



UNIVERSIDADE
NOVA
DE LISBOA



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA



Nádia Augusto **Efeito da introdução de tarefas cognitivas
nos parâmetros espaço-temporais da
marcha em idosos medidos por um sistema
ambulatório de análise cinemática 3D**

Dissertação de Mestrado em Fisioterapia - Ramo das
Condições Músculo-Esqueléticas
Relatório de Projeto de Investigação

Madalena Ramos Lopes Gomes da Silva

Ricardo da Costa Branco Ribeiro Matias

Dezembro 2016

Relatório do Projeto de Investigação apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia, área de especialização em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Madalena Ramos Lopes Gomes da Silva e coorientação do Professor Doutor Ricardo da Costa Branco Ribeiro Matias.

Declaro que este Relatório de Projeto de Investigação é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

A candidata,

(Nádia Coimbra Augusto)

Setúbal, dezembro de 2016.

Declaro que este Relatório de Projeto de Investigação se encontra em condições de ser apresentada a provas públicas.

A orientadora,

(Madalena Ramos Lopes Gomes da Silva)

Setúbal, dezembro de 2016.

“A ti, papá e a ti, tia Júlia”

“Matar o sonho é matarmo-nos. É mutilar a nossa alma.

O sonho é o que temos de realmente nosso,

De impenetravelmente e inexpugnavelmente nosso”

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Primariamente, gostaria de agradecer a todos os utentes que voluntariamente participaram neste estudo. Foram eles as personagens principais deste trabalho e sem eles jamais esta investigação teria sentido. A todos eles o meu muito obrigada!

À minha orientadora, a professora Madalena, quero enaltecer a sua disponibilidade, a sua palavra amiga, motivadora e acima de tudo calmante. Quero agradecer-lhe por ter acolhido este projeto, mesmo a meio do caminho e por ter feito todos os esforços, possíveis e impossíveis para que a conclusão do mesmo fosse possível. Por sempre me acalmar, mesmo nos piores dias e por sempre me salvar quando me sentia perdida: o meu muito obrigada Professora Madalena!

Ao meu coorientador, o Professor Ricardo Matias, quero agradecer a forma como desafia os seus alunos a olhar para além do horizonte, a desafiar os seus limites e a incentivá-los a serem mais e melhores. Por toda a partilha de conhecimentos e por sempre me ensinar a descomplicar cada problema: o meu muito obrigada Professor Ricardo!

Ao Professor Rodrigo Martins, quero enaltecer toda a sua boa vontade, ajuda e partilha de conhecimentos, tanto no trabalho de laboratório, como nas recolhas e no processamento dos dados através do *software Visual3D*. Por todo o tempo que despendeu em ajudar-me: o meu muito obrigada Professor Rodrigo!

À Diretora do Centro Comunitário de Setúbal, a Dra. Ana Bordeira Ferreira, quero deixar o meu sentido agradecimento, por toda a disponibilidade e pela tranquilidade que me transmitiu perante o meu nervosismo em cada dia das recolhas. Bem-haja!

Quero deixar o meu agradecimento à Dra. Manuela Guerreiro e à Dra. Sandra Freitas que gentilmente cederam os seus artigos científicos.

Quero, ainda, deixar um agradecimento ao Professor Manuel Tomé pela sua ajuda, boa vontade, partilha de conhecimentos e sobretudo pelos seus nobres conselhos. O meu muito obrigada!

Por fim, mas não menos importante, quero agradecer à minha MÃE. Quero agradecer-lhe por todos os sacrifícios, por todo o apoio, por sempre acreditar em mim e por nunca, mas nunca desistir de me acompanhar nesta caminhada no mundo encantado da fisioterapia. Obrigada mãe, não só por me teres dado vida, mas por me guiares ao longo dela como um anjinho da guarda!

RESUMO

EFEITO DA INTRODUÇÃO DE TAREFAS COGNITIVAS NOS PARÂMETROS ESPÁCIO-TEMPORAIS DA MARCHA EM IDOSOS MEDIDAS POR UM SISTEMA AMBULATORIO DE ANÁLISE CINEMÁTICA 3D

Augusto, N.; Gomes da Silva, M.

PALAVRAS-CHAVE: tarefas cognitivas, parâmetros espaço-temporais, marcha, idosos, sensores inerciais.

Objetivo: Avaliar o efeito da introdução de tarefas cognitivas nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos, através de um sistema ambulatorio de análise cinemática 3D fora do laboratório. **Introdução:** O envelhecimento das sociedades modernas e a elevada prevalência e incidência de quedas em idosos sugerem a necessidade de desenvolver medidas preventivas que assegurem a detecção precoce e a intervenção atempada das manifestações clínicas concomitantes ao envelhecimento. Muitas das quedas em idosos, ocorrem durante a marcha, particularmente em situações de dualidade de tarefas. Embora, vários estudos recorrendo a sistemas de análise cinemática 3D tenham demonstrado através do paradigma da dupla tarefa que é possível medir precocemente as alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha, mesmo antes dessas alterações serem perceptíveis, nenhum deles examinou, se estes resultados se mantinham em condições reais onde os idosos caminham diariamente. **Metodologia:** Selecionou-se uma amostra não probabilística por conveniência geográfica de 15 idosos saudáveis de acordo com os critérios de inclusão definidos. Os participantes foram instruídos a caminharem ao seu ritmo habitual ao longo de 10 metros durante a realização de duas condições: (1) caminharem sem tarefa cognitiva; (2) caminharem executando duas tarefas cognitivas (tarefa de fluência verbal e tarefa aritmética). Todos os dados cinemáticos foram recolhidos numa única fase por um sistema ambulatorio de análise cinemática 3D baseado em sensores inerciais. Sete parâmetros espaço-temporais foram avaliados: velocidade da passada, comprimento da passada, largura da passada, cadência, tempo de apoio, tempo de balanço e tempo de duplo apoio. **Resultados:** Os resultados do teste de Friedman relevaram diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros temporais (velocidade da passada: $\chi^2=11,200$, $p=0,004$; cadência: $\chi^2=24,102$, $p=0,000$; tempo de apoio: $\chi^2=20,133$, $p=0,000$; tempo de balanço: $\chi^2=17,733$, $p=0,000$ e tempo de duplo apoio: $\chi^2=19,733$, $p=0,000$) entre as duas condições estudadas, contrariamente aos parâmetros espaciais, que registaram diferenças, contudo sem significância estatística. **Conclusão:** O sistema ambulatorio de análise cinemática 3D usado foi sensível às alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos durante a condição de dupla tarefa fora do laboratório, sendo as diferenças registadas apenas nos parâmetros temporais.

ABSTRACT

EFFECT OF INTRODUCTION COGNITIVE TASK ON THE SPATIOTEMPORAL PARAMETERS OF GAIT IN OLDER ADULTS MEASURED BY AN AMBULATORY SYSTEM KINEMATIC 3D ANALYSIS

Augusto, N.; Gomes da Silva, M.

KEYWORDS: cognitive tasks, spatiotemporal parameters, gait, older adults, inertial sensors.

Objective: Assess the effect of introducing cognitive tasks in the spatiotemporal parameters of gait in older adults using an ambulatory system kinematic 3D analysis outside the laboratory. **Introduction:** The aging of modern societies and the high prevalence and incidence of falls in older adults suggest the need to develop preventive measures that ensure the early detection and timely intervention of the clinical manifestations concomitant to the aging process. Most falls in older adults occur during walking, particularly in everyday situations that require a dual-task situation. Although, several studies using 3D kinematic analysis systems, have demonstrated through the dual-task paradigm, that is possible to measure changes in the spatiotemporal gait parameters even before these changes are noticeable, none of them examined whether these results were maintained under real conditions where the elderly walk daily. **Methodology:** Fifteen healthy older adults (mean age=75,73±6,03 years old) were recruited from a day center by geographic convenience according to defined inclusion criteria. All participants were instructed to walk 10 meters at a self-selected rhythm under two different conditions: (1) walking without a cognitive task; (2) walking while performing two different cognitive tasks (a verbal fluency task and an arithmetic task). Seven spatiotemporal gait parameters were assessed using an ambulatory system kinematic 3D analysis based on 17 inertial sensors: stride velocity, stride length, stride width, cadence, stance time, swing time and double support time. **Results:** The results of the Friedman test revealed statistical significant differences between the temporal parameters of gait (stride velocity: $\chi^2=11,200$, $p=0,004$; cadence: $\chi^2=24,102$, $p=0,000$; stance time: $\chi^2=20,133$, $p=0,000$; swing time: $\chi^2=17,733$, $p=0,000$ and double support time: $\chi^2=19,733$, $p=0,000$) and the two conditions. Unlike the spatial parameters of gait that revealed no statistical significant differences between the two conditions. **Conclusion:** The ambulatory system kinematic 3D analysis used was able to detect the changes in the spatiotemporal parameters of gait in older adults during the dual-task condition, outside the laboratory. The differences were found in the temporal parameters but not in the spatial parameters of gait.

ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura.....	4
3. Metodologia.....	15
4. Resultados.....	26
5. Discussão dos Resultados.....	31
6. Conclusão.....	44
7. Referências Bibliográficas.....	46

Apêndice A – Pedido de autorização e respetiva resposta para a realização das recolhas no Centro Comunitário de São Sebastião – Setúbal.

Apêndice B – Carta explicativa do estudo aos participantes.

Apêndice C – Declaração de Consentimento Informado.

Apêndice D – Questionário de caracterização sociodemográfica, clínica e cognitiva da amostra.

Apêndice E – *Output PAWS Statistic* – Caracterização sociodemográfica e clínica da amostra.

Apêndice F – Resultados do Teste de Shapiro-Wilk e do Teste de Levene e respetivos *Outputs PAWS Statistic*.

Apêndice G – *Output PAWS Statistic* – Resultados do Teste de Friedman e do Wilcoxon *signed-rank test* com correção do teste *post-hoc* de Bonferroni para cada uma das variáveis estudadas e respetivos diagramas de caixa e bigodes.

Apêndice H – Comparação dos valores médios dos parâmetros espaço-temporais medidos durante a condição de marcha sem tarefa (*baseline*) com os valores normativos propostos por Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a).

Anexo 1 – Versão portuguesa da Escala *Mini Mental State Examination* (Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., 1994).

Anexo 2 – Descrição dos parâmetros espaço-temporais estudados.

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1 – Esquema do percurso executado na condição de marcha sem tarefa.....	23
Figura 2 – Esquema do percurso executado na condição de dupla tarefa.....	23
Figura 3 – Esquematização dos parâmetros espaciais da marcha (adaptado de Beauchet, O. & Berrut, G., 2006).....	114
Quadro 1 – Tarefas cognitivas utilizadas neste estudo em função dos três intervalos de escolaridade definidos para a população portuguesa por Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., (2009a, 2009b).....	24
Quadro 2 – Caracterização sociodemográfica e clínica da amostra.....	26
Quadro 3 – Caracterização da amostra relativamente às pontuações do MMSE.....	27
Quadro 4 – Resultados do Teste de Friedman.....	28
Quadro 5 – Resultados do Wilcoxon <i>signed-rank test</i> com correção de Bonferroni ($\alpha=0,017$).....	30
Quadro 6 – Resultados do Teste de Shapiro-Wilk relativos à normalidade das variáveis em estudo para cada uma das condições estudadas.....	78
Quadro 7 – Resultados do Teste de Levene com base na média relativos à homogeneidade das variáveis em estudo.....	79
Quadro 8 – Comparação dos valores médios dos parâmetros espaço-temporais medidos durante a condição de marcha sem tarefa (<i>baseline</i>) com os valores normativos propostos por (Hollman, J., McDade, E., Petersen, R. (2011a).....	105
Quadro 9 – Descrição dos parâmetros espaço-temporais estudados (Whittle, M., 2007).....	114

1. INTRODUÇÃO

Os reflexos sociais e económicos do aumento da esperança média de vida associado à diminuição das taxas de natalidade e mortalidade são particularmente notórios em países industrializados em que a população idosa ultrapassa o número de jovens (Pinto, A., 2006). Mundialmente, espera-se que até 2050 a população idosa com 60 ou mais anos duplique, alcançando os 2 mil milhões de pessoas (United Nations, 2013). Esta tendência preocupante de envelhecimento das sociedades modernas com perspetivas de progressão ao longo do presente século, acarreta não só implicações negativas quer ao nível individual, quer ao nível socioeconómico como novos desafios à responsabilidade individual e coletiva. Urge, por isso, a necessidade de investir nos cuidados primários de saúde através do desenvolvimento de políticas preventivas que não só promovam a qualidade de vida da população idosa como garantam a minimização da progressão dos efeitos concomitantes ao processo de envelhecimento através da sua deteção precoce e intervenção atempada (Verghese, J., LeValley, A., Hall, C., 2006; Bridenbaugh, S. & Kressig, R., 2015; Jerome, G., Ko, S., Kauffman, D., 2015).

As quedas representam um grande perigo à integridade da qualidade de vida dos idosos, não só devido à sua elevada prevalência e incidência entre idosos (Rubenstein, L., 2006), mas também devido às inúmeras consequências individuais, sociais e económicas que acarretam, nomeadamente o aumento do número de hospitalizações e institucionalizações, devido às lesões adjacentes, o aumento do medo de cair com consequente aumento do sedentarismo, perda de autonomia e independência nas AVD's¹ (Rubenstein, L., 2006; Ambrose, A., Paul, G., Hausdorff, J., 2013; Bridenbaugh, S. & Kressing, 2015).

Anualmente, as quedas afetam 33% das pessoas idosas com 65 ou mais anos e 50% das pessoas idosas com 85 ou mais anos, sendo que a probabilidade de queda, aumenta com a idade (Mignardot *et al.*, 2014), com o número de quedas (Hausdorff, J., Rios, D., Edelberg,

¹ Atividades da Vida Diária.

H., 2001; Beurskens, R. & Bock, O., 2012) e com o número de fatores de risco que o indivíduo possa apresentar (Iinattiemi, S., Jokelainen, J., Luukinen, H., 2009).

Paralelamente ao processo de envelhecimento, devido aos défices sensoriais e motores a marcha nos idosos perde algum grau de automatismo, necessitando de recursos cognitivos como as funções executivas e atenção para compensar esses défices (Beauchet *et al.*, 2005a, 2005b; Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., 2006; Beauchet *et al.*, 2008a; Beauchet *et al.*, 2009; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2011, 2015). Nesse sentido numa situação de dualidade de tarefas durante a marcha, os recursos cognitivos que estão alocados para minimizar/compensar os défices associados ao envelhecimento não estão disponíveis para a execução da dupla tarefa (Beurskens, R. & Bock, O., 2012). Portanto, como os recursos cognitivos são limitados, se uma das duas tarefas exigir uma carga executiva maior do que a outra, o desempenho de uma ou das duas tarefas fica prejudicado (Wollacott, M. & Shumway-Cook, A., 2002; Beauchet *et al.*, 2009; Beurskens, R. & Bock, O., 2012; Hsu, C., Nagamatsu, J., Davis, J., 2012; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015). Como os idosos tendem a dar prioridade à tarefa secundária face à marcha (Li, K., Lindenberger, U., Freund, A., 2001; Verghese, J., Kuslansky, G., Holtzer, R. 2007b), devido à dificuldade em manter os mecanismos compensatórios durante a dupla tarefa (Rubenstein, L., 2006), as possíveis alterações da marcha ficam evidentes (Dubost *et al.*, 2006).

O paradigma da dupla tarefa como desafia as funções executivas permite a deteção desses défices motores, os quais somente com uma tarefa única poderiam passar despercebidos (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2011, 2015; Simoni *et al.*, 2013). O teste das duplas tarefas assume particular relevância nos idosos não só porque muitas das situações do dia-a-dia envolvem a execução de duas tarefas em simultâneo, mas também porque é durante estas situações que muitas quedas ocorrem (Talbot, L., Musiol, R., Witham, E., 2005).

Muitas das manifestações iniciais associadas aos défices motores são ténues e por isso impercetíveis a olho nu, o que dificulta a sua deteção através de medidas subjetivas como a análise visual da marcha (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015). Os sistemas de análise de marcha baseados em sensores inerciais como os acelerómetros, os giroscópios e os

magnetómetros desenvolvidos recentemente oferecem a possibilidade de medir precocemente e quantitativamente essas alterações, mesmo antes da sua manifestação clínica.

Contudo, embora estes sistemas apresentem inúmeras vantagens face à avaliação observacional da marcha e às técnicas laboratoriais, os estudos que recorreram a este tipo de equipamentos para avaliar os parâmetros cinemáticos da marcha sob a condição de dupla tarefa foram realizados em ambientes controlados (laboratórios) sendo que estas medições não replicam as condições reais (Najafi, B., Helbostad, J., Moe-Nilssen, R., 2009), permanecendo por elucidar se estes resultados serão quantitativamente semelhantes aos resultados obtidos num ambiente real e por isso, mais semelhante às condições reais onde os idosos efetuam a marcha diariamente.

Neste sentido, torna-se relevante compreender primariamente, se estes sistemas ambulatórios de análise de marcha conseguem medir a presença de alterações na marcha em idosos sob a condição de dupla tarefa fora do laboratório, e secundariamente se esses resultados são semelhantes aos resultados publicados através de estudos baseados em sistemas laboratoriais. Este estudo procurará responder à seguinte questão de investigação: “Quais são as alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos quando são introduzidas tarefas cognitivas e essas medições são feitas por um sistema ambulatório de análise cinemática 3D fora do laboratório?”. Se os resultados obtidos forem ao encontro daquilo que é descrito na literatura, futuramente poder-se-á, a médio-longo prazo desenvolver-se sistemas móveis que consigam medir por variáveis indiretas, através de um score/alerta da probabilidade do risco de queda face às situações do dia-a-dia, as alterações da marcha presentes. Possibilitando, não só uma deteção precoce, como uma intervenção atempada das alterações da marcha. Tudo isto faz ainda mais sentido, se desejavelmente conseguirmos evitar algumas quedas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

As sociedades modernas estão cada vez mais envelhecidas, como resultado do declínio das taxas de natalidade e mortalidade, associadas ao aumento da esperança média de vida (Pinto, A., 2006), o que tem conduzido a uma tendência preocupante de envelhecimento da população (Freitas, S., Alves, L., Simões, M., 2013).

De acordo com os dados divulgados pelo Relatório da Divisão de Populações das Nações Unidas em 2013, estima-se que o número de pessoas com 60 ou mais anos duplique, de 841 milhões de pessoas em 2013 para mais de 2 mil milhões em 2050 e que o número de pessoas com 80 ou mais anos triplique, alcançando os 392 milhões em 2050 (United Nations, 2013, 2015; INE, 2015).

Portugal segue a tendência mundial apresentando igualmente uma população bastante envelhecida. De acordo com os resultados dos últimos Censos efetuados em território nacional em 2011, a percentagem de pessoas idosas aumentou de 16% em 2001, para 19% em 2011, contrariamente à percentagem da população jovem que diminuiu de 16% em 2001, para 15% em 2011 (INE, 2012). Até 2060, as projeções do Instituto Nacional de Estatística apontam para uma diminuição efetiva da população em geral e para um aumento significativo do envelhecimento populacional, de tal forma, que entre 2012 e 2060 se prevê que o Índice de Envelhecimento aumente de 131 para 307 idosos por cada 100 jovens (INE, 2014).

O envelhecimento acarreta grandes consequências sociais e económicas. Embora os progressos tecnológicos conseguidos nas ciências da saúde contribuam decisivamente para o aumento da esperança média de vida, estes apenas serão benéficos se não forem acompanhados de uma diminuição da qualidade de vida da população idosa (Pinto, A., 2006). Compete por isso, aos governos desenvolver políticas conscienciosas que permitam desenvolver ações preventivas mais próximas da população idosa, capacitando-as de maior autonomia e independência e por consequência, melhor qualidade de vida (DGS, 2004).

As quedas representam um grande problema de saúde pública, devido à elevada incidência e prevalência entre idosos, à suscetibilidade da população idosa face à ocorrência de lesões consequentes das múltiplas comorbilidades associadas ao envelhecimento e às consequências socioeconómicas que acarretam (Rubenstein, L., 2006). Anualmente, as quedas afetam 33% das pessoas idosas com 65 ou mais anos e 50% das pessoas idosas com 85 ou mais anos, sendo que a probabilidade de queda, aumenta com a idade (Mignardot *et al.*, 2014), com o número de quedas (Hausdorff, J., Rios, D., Edelberg, H., 2001; Beurskens, R. & Bock, O., 2012) e com o número de fatores de risco a que o indivíduo esteja exposto (Iinattiemi, S., Jokelainen, J., Luukinen, H., 2009). As quedas resultam da interação entre fatores de risco predisponentes e precipitantes que podem ser intrínsecos ou extrínsecos (Kallin, K., Lundin-Olsson, L., Jensen, J., 2002).

Os fatores de risco intrínsecos estão relacionados com características pessoais dos indivíduos, enquanto que os fatores de risco extrínsecos estão relacionados com perigos inerentes ao ambiente (Hollman, J., Kovash, F., Kubik, J., 2007; Ambrose, A., Paul, G., Hausdorff, J., 2013; Mortaza, N., Osman, N., Mehdikhani, N., 2014). Talbot, L., Musiol, R., Witham, E., (2005) realizaram um estudo descritivo sobre as quedas, onde compararam três grupos populacionais, jovens (n=292), adultos de meia idade (n=616) e idosos (n=589) ao longo de um período de dois anos. Os resultados deste estudo, demonstraram que os idosos foram quem sofreu mais quedas (205 idosos em 589 caíram), quem reportou o maior número de quedas com o aumento da idade (mais 35%, $p < 0,001$) e os compromissos da marcha e do equilíbrio foram as causas mais reportadas para a ocorrência de quedas entre os três grupos etários (Jovens=38,9±21 %; adultos de meia-idade=49,2±62 %; idosos=61,9±125 %).

As quedas acarretam grandes consequências, quer a nível individual, social e económico, nomeadamente o aumento do número de hospitalizações e institucionalizações devido às lesões adjacentes, o aumento do medo de cair com consequente aumento do sedentarismo, perda de autonomia e independência nas AVD's (Rubenstein, L., 2006; Ambrose, A., Paul, G., Hausdorff, J., 2013; Bridenbaugh, S. & Kressing, 2015). Todos estes efeitos, não só

condicionam o indivíduo funcionalmente, como contribuem para aumentar a fragilidade do idoso, o que a longo prazo pode aumentar o risco de queda (Rubenstein, L., 2006; Beauchet *et al.*, 2009).

Frequentemente as quedas em idosos ocorrem durante a marcha (Woollacott, M. & Shumway-Cook, A., 2002; Talbot, L., Musiol, R., Witham, E., 2005; Mortaza, N., Osman, N., Mehdikhani, N., 2014; Thaler-Kall *et al.*, 2015), especialmente quando à marcha se associa simultaneamente a execução de uma tarefa secundária (Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., Gustafson, Y., 1997; Woollacott, M. & Shumway-Cook, A., 1997; Beauchet *et al.*, 2009).

A marcha nos idosos perde algum grau de automatismo, devido aos défices sensoriais e motores associados ao envelhecimento (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015). Durante as situações de dualidade de tarefas, como acontece nas atividades da vida diária (Laessoe, U., Hoeck, H., Simonsen, O., 2008; Beauchet *et al.*, 2009; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2011), são necessários recursos cognitivos intactos, como a atenção e as funções executivas (Beauchet *et al.*, 2005a, 2005b; Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., 2006; Beauchet *et al.*, 2009; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2011, 2015), que ajudam a alocar corretamente os recursos cognitivos disponíveis, desenvolvendo estratégias de priorização da atenção entre as duas tarefas, que ajudam a compensar os défices sensoriais e motores associados ao envelhecimento e a inibir respostas inapropriadas face a estímulos presentes no ambiente, permitindo assim, uma marcha segura e eficiente sem quedas (Beauchet, O. & Berrut, G., 2006; Herman, T., Mirelman, A., Giladi, N., 2010; Mirelman *et al.*, 2012; Hsu, C., Nagamatsu, J., Davis, J., 2012; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015).

Cada pessoa possui uma capacidade máxima de reserva de atenção (Woollacott, M. & Shumway-Cook, A., 2002; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015), o que significa que os recursos cognitivos são limitados (Holtzer, R., Verghese, J., Xue, X., 2006). Quando à marcha se associa uma tarefa secundária, os recursos cognitivos disponíveis são repartidos entre as duas tarefas. Se uma das tarefas exigir uma carga executiva maior, os recursos cognitivos excedem a sua capacidade máxima e o desempenho da tarefa com menor carga executiva ou de ambas as tarefas é prejudicado (Woollacott, M. & Shumway-Cook, A.,

2002; Beauchet *et al.*, 2009; Beurskens, R. & Bock, O., 2012; Hsu, C., Nagamatsu, J., Davis, J., 2012; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015).

Nos idosos durante a marcha, como os recursos cognitivos são necessários para compensar as alterações estruturais e funcionais decorrentes ao processo de envelhecimento, os recursos cognitivos que são alocados para a locomoção, deixam de estar disponíveis para outras tarefas que possam ser associadas à marcha (Beurskens, R. & Bock, O., 2012). Neste sentido, em situações de dualidade de tarefas durante a marcha, como os idosos tendem a dar prioridade à tarefa cognitiva (Li, K., Lindenberger, U., Freund, A., 2001; Verghese, J., Kuslansky, G., Holtzer, R. 2007b), as possíveis alterações da marcha que existam tornam-se mais evidentes (Dubost *et al.*, 2006), enquanto que se fossem somente avaliados com tarefas únicas poderiam passar despercebidos (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2011; Simoni *et al.*, 2013).

Os défices motores detetados durante a condição de dupla tarefa são interpretados como interferências cognitivo-motoras que resultam da dificuldade que os idosos têm em manter os mecanismos de compensação (Rubenstein, L., 2006) e adaptar o padrão de marcha aos fatores ambientais extrínsecos (Woollacott, M. & Shumway-Cook, A., 2002; Beauchet, O. & Berrut, G., 2006; Hollman, J., Kovash, F., Kubik, J., 2007; Mirelman *et al.*, 2012; Dorfman *et al.* 2014; Tanimoto, K., Anan, M., Sawada, T., 2016). Estas alterações dependem da capacidade de alocar apropriadamente atenção entre as duas tarefas e estão associadas com défices nas funções executivas e com o aumento do risco de queda (Allali, G., Assal, F., Kressing, R., 2008; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015).

O padrão de marcha nos idosos, altera-se por volta da sétima década de vida (Verghese, J., LeValley, A., Hall, C., 2006), sendo fundamentalmente influenciado pela idade (Beurskens, R. & Bock, O., 2013). As alterações da marcha representam um problema de saúde em ascensão com elevada prevalência após os 65 anos (Beauchet, O. & Berrut, G., 2006). Este fato é comprovado pelo estudo de Verghese, J., LeValley, A., Hall, C., (2006). Este estudo tinha o objetivo de avaliar a associação das alterações da marcha com a morte e a institucionalização de idosos residentes na comunidade (n=468; média de idades 77,7±5,2

anos) ao longo de cinco anos. Os seus resultados sugerem que dos 468 idosos avaliados 168 apresentaram alterações da marcha, sendo a prevalência dessas alterações de 35% (95% IC²=28,6-42,1) e a incidência de 168,6 por cada 1000 pessoa/ano (95% IC=117,4-242,0). De realçar que tanto a prevalência como a incidência aumentaram com a idade [(70-74 anos: prevalência=24,3% (95% IC=16,4-34,5) e incidência=116,4 por cada 1000 pessoa/ano (95% IC=62,3-217,5); 75-79 anos: prevalência=40,1% (95% IC=29,0-52,4) e incidência=247,6 por cada 1000 pessoa/ano (95% IC=149,0-411,4); 80-84 anos: prevalência=59,4% (95% IC=46,5-71,2) e incidência=321,4 por cada 1000 pessoa/ano (95% IC=188,6-547,7); ≥ 85 anos: prevalência=45,9% (95% IC=26,4-66,7) e incidência=502,8 por cada 1000 pessoa/ano (95% IC=284,5-888,6)]. Os resultados deste estudo demonstram que a incidência e prevalência de alterações da marcha em idosos residentes na comunidade são elevadas, aumentam com a idade e estão associadas com um elevado risco de institucionalização (95% IC=1,45-3,24).

As alterações da marcha podem resultar de condições neurológicas ou condições não neurológicas (Verghese, J., LeValley, A., Hall, C., 2006; Parihar, R., Mahoney, J., Verghese, J., 2013; Cohen, J., Verghese, J., Zwerling, J., 2016), sendo que as características destas alterações variam consoante o nível de défice do sistema sensório-motor (Alexander, N. & Goldberg, A., 2005) e embora sejam multifatoriais devem ser interpretadas como mecanismos de compensação do sistema sensório-motor para aumentar a estabilidade pélvica, garantir um padrão de marcha mais estável e seguro e por conseguinte diminuir o risco de queda (Salzman, B., 2010; Herrero, A., Velilla, N., Renedo, F., 2011; Beurskens, R. & Bock, O., 2013; Patel, P., Lamar, M, Bnatt, T., 2013).

Quando se avalia quantitativamente a marcha nos idosos através de sistemas de análise cinemática 3D, verifica-se uma diminuição da velocidade da passada, os passos são mais curtos e mais demorados, a base de sustentação torna-se mais larga devido à inclinação da cintura pélvica e à flexão dos joelhos, ocorre uma maior permanência na fase de duplo apoio, e verifica-se ainda, uma diminuição da oscilação da cintura escapular, maior dificuldade em

² Intervalo de Confiança

iniciar os passos e maior rigidez na mudança de direção (Alexander, N. & Goldberg, A., 2005; Salzman, B., 2010; Bridenbaugh, S. & Kressig, R., 2011; Beurskens, R. & Bock, O., 2013). Embora estas alterações sejam comuns em idosos, em estádios iniciais as suas manifestações clínicas podem ser subtis, o que impossibilita a sua perceção através de uma simples avaliação observacional da marcha (Culhane, K., Connor, M., Lyons, D., 2005; Bridenbaugh, S. & Kressig, R., 2015).

O paradigma da dupla tarefa permite avaliar a interação entre os compromissos cognitivos, os compromissos motores e as quedas (Beauchet *et al.*, 2002; Verhaeghen, P. & Cerella, J., 2002; Woollacott, M. & Shumway-Cook, A., 2002; Dubost *et al.*, 2006; Yogev-Seligmann, G., Rotem-Galili, Y., Mirelman, A. 2010; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015). Este paradigma pressupõe que duas tarefas sejam executadas em simultâneo, sendo que existe uma tarefa primária, como a marcha e uma tarefa secundária, como uma tarefa cognitiva ou motora, a divisão da atenção entre as duas tarefas é avaliada na interferência cognitiva-motora no desempenho de uma ou de ambas as tarefas. Sendo que esta competição na divisão de atenção, depende das funções executivas (Beauchet, O. & Berrut, G., 2006; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015).

O teste da dupla tarefa é um método viável na prática clínica pois permite facilmente avaliar a influência dos recursos cognitivos e motores na estabilidade da marcha, no controlo postural e nas quedas. O estudo da dualidade de tarefas em idosos é relevante porque muitas situações do dia-a-dia envolvem o desempenho em simultâneo de tarefas cognitivas e motoras (Woollacott, M. & Shumway-Cook, A., 2002), sendo que o risco de queda aumenta quando um indivíduo executa uma atividade enquanto caminha (Hollman, J., Kovash, F., Kubik, J., 2007; Herman, T., Mirelman, A., Giladi, N., 2010; Beruskens, R. & Bock, O., 2012; Dorfman *et al.*, 2014).

De acordo com Beauchet *et al.*, (2009), o primeiro estudo a demonstrar uma relação associativa entre as alterações da marcha e as quedas através do paradigma da dupla tarefa foi desenvolvido por Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., Gustafson, Y., em 1997. Neste estudo os autores investigaram a utilidade do teste “*stop talking while walking*” em predizer as

quedas numa amostra de 58 idosos (média de idades= 80,1±6,1 anos) residentes em abrigos comunitários. Os resultados demonstraram que 12 sujeitos interromperam a marcha enquanto iniciaram uma conversação, sendo que 10 desses 12 sujeitos caíram durante o período de 6 meses de *follow-up*. Aqueles que caíram apresentaram uma marcha significativamente menos segura ($p<0,001$), executaram o teste de mobilidade mais devagar ($p<0,001$) e estavam mais dependentes nas AVD's ($p=0,008$). Do ponto de vista motor, isto sugere a presença de uma disfunção executiva associada ao aumento do risco de queda. O teste "*stop talking while walking*" apresentou excelentes resultados de especificidade (95%, IC=35-37), valor preditivo positivo (83%, IC=10-12) e valor preditivo negativo (76%, IC=35-46), contrariamente à baixa sensibilidade (48%, IC=10-21), demonstrando-se assim, como uma maneira simples de avaliar as quedas sem necessidade de escalas ou algoritmos complexos.

Desde a publicação deste estudo que os resultados publicados sobre a relação das alterações da marcha sob condição de dupla tarefa com a ocorrência de quedas são contraditórios, porque uns estudos conseguem estabelecer esta relação (Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., Gustafson, Y., 1997, 1998; Verghese, J., Buschke, H., Viola, L., 2002) e outros não (Bootsma-van der Wiel, A., Gussekloo, J., de Craen, A., 2003 e Stalenhoef, P., Diederiks, J., Knottnerus, J., 2002). Mesmo nos que conseguem estabelecer esta relação, o carácter preditivo permanece por elucidar. Estes resultados podem ser explicados pelo escasso entendimento de modelos teóricos de interferências das duplas tarefas, pela presença de fatores de confusão, como compromissos cognitivos ou sintomas de depressão, para além de a análise das alterações da marcha sob dupla tarefa ser dependente de uma observação visual que pode não fornecer dados suficientes e ter pobre fiabilidade devido à sua subjetividade. De realçar que a falta de padronização do paradigma da dupla tarefa também pode contribuir para as discrepâncias encontradas entre os artigos (Beauchet *et al.*, 2009).

Estudos recentes têm demonstrado uma correlação positiva entre as alterações da marcha e os compromissos cognitivos. Verghese, J., Wang, C., Lipton, R., (2007a) examinou a relação de parâmetros quantitativos da marcha com o declínio em geral e em domínios cognitivos específicos numa amostra de 399 idosos (média de idades= 77,4±5,2 anos) sem demência

durante 5 anos. Os resultados deste estudo demonstraram que as medições quantitativas da marcha, nomeadamente do tempo de balanço ($HR^3 = 3,11$, 95% IC=1,43-6,78), do comprimento da passada ($HR = 0,98$, 95% IC=0,96-1,00), da variabilidade do comprimento da passada ($HR = 1,71$, 95% IC=1,19-2,45) e da velocidade ($HR = 0,98$, 95% IC= 0,96-0,99) predizem o risco de declínio cognitivo em idosos inicialmente não-dementes. Os resultados do estudo de Buracchio, T., Dodge, H., Howieson, D., (2010) também comprovam os resultados do estudo supramencionado. Estes autores avaliaram a velocidade da marcha em 204 idosos residentes na comunidade cognitivamente saudáveis durante dum período de *follow-up* de 20 anos. Independentemente da idade, os indivíduos que foram diagnosticados ao longo do estudo com um Declínio Cognitivo Leve (DLC) apresentaram uma maior redução anual da velocidade da marcha de 0,01 m/s/anos, comparativamente com os que permaneceram cognitivamente saudáveis. Este estudo demonstrou que um acentuado declínio na velocidade da marcha ocorreu, em média, até 12 anos antes do aparecimento de um Declínio Cognitivo Leve, sugerindo assim que as alterações da marcha antecedem as alterações cognitivas.

Clinicamente, a observação constitui o método de avaliação da marcha mais comum (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015) registando-se as alterações da marcha com base nas fases do ciclo de marcha. Todavia, este método baseado em interpretações observacionais, não só depende da observação/conhecimento individual de cada profissional (Yang, C., Hsu, Y., Shih, K., 2011) e por isso, apresenta pobre confiabilidade inter-observadores e teste-reteste (Bliney, B., Morris, M., Webster, K., 2003; Young, S., Pratt, J., Chau, T., 2009; Eastlack, M., 1991; Krebs, D., Edelstein, J., Fishman, S., 1985 citados por Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2014) como também, apenas fornece uma análise subjetiva da marcha. Ou seja, mesmo para um profissional experiente é difícil avaliar as alterações da marcha numa fase inicial (Kressing, R. & Beauchet, O., 2006).

³ Hazard ratio.

Diferentes instrumentos têm sido desenvolvidos para avaliar quantitativamente a marcha. De entre eles destacam-se os marcadores reflexivos nas articulações, as plataformas de força, a eletromiografia (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2014), os sistemas optoeletrônicos, os sistemas de sensores sem fios integrados nos sapatos, os sistemas transdutores de velocidade angular e passadeiras eletrônicas com sensores de pressão integrados (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015). Contrariamente às medidas subjetivas, estes instrumentos permitem quantificar precocemente, com base em medições objetivas, as alterações da marcha, mesmo antes que estas sejam perceptíveis, fornecendo dados compreensivos sobre a marcha normal ou patológica (Hollman, J., Kovash, F., Kubik, J., 2007; Cimolin, V. & Galli, M., 2008; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2011; Thaler-Kall *et al.*, 2015).

No entanto, são de considerar algumas desvantagens na utilização destes sistemas, nomeadamente, sendo sofisticados necessitam de ser executados num ambiente controlado (laboratório) e requerem tempo para a montagem de todo o procedimento, instrumentalização e análise dos dados. Além disto, estes equipamentos exigem que os sujeitos caminhem sobre uma passadeira (“walkways”) com uma distância pré-definida assumindo que os dados recolhidos a partir de apenas alguns passos são representativos do desempenho da marcha normal no quotidiano (Aminian, K., Najafi, B., Büla, C., 2002). Dentro dos laboratórios a marcha usualmente é avaliada comparativamente com medidas de referência padrão, sendo que estas medições não replicam as condições reais (Najafi, B., Helbostad, J., Moe-Nilssen, R., 2009).

Para evitar estas limitações, recentemente foram desenvolvidos sistemas ambulatórios de análise de marcha, baseados em sensores inerciais ou unidades de medida inerciais (IMU's) como os acelerómetros, os giroscópios e os magnetómetros, que apresentam múltiplas vantagens comparativamente às técnicas laboratoriais, são fáceis de usar devido à ausência de qualquer infraestrutura necessária, portáteis, o que permite gravar quantitativamente ciclos de marcha durante um longo período sem restrições em qualquer ambiente, são pequenos, baratos e podem ser usados pelos próprios sujeitos fornecendo medições bastante precisas (Aminian, K., Najafi, B., Büla, C., 2002; Beauchet *et al.*, 2009; Bellusci, G., Roetenberg, D., Dijkstra, F., 2011).

Os sensores inerciais permitem obter parâmetros cinemáticos ao longo de uma curta ou longa distância, dentro ou fora do laboratório, encontrando-se aptos para avaliar a marcha numa situação do dia-a-dia (Beauchet *et al.*, 2009), contrariamente aos sistemas de análise cinemática confinados aos laboratórios. Contudo, uma questão chave é se esses resultados serão quantitativamente semelhantes aos obtidos num ambiente real onde as longas distâncias estão disponíveis (Najafi, B., Helbostad, J., Moe-Nilssen, R., 2009).

Um exemplo de um sistema de análise de movimento baseado em sensores inerciais que se encontra comercialmente disponível denomina-se Xsens® MVN BIOMECH (Xsens Technologies, Enschede, Holanda). Este sistema usa um modelo biomecânico específico e algoritmos próprios para estimar a cinemática linear e angular articular 3D (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013). São vários os estudos que têm reconhecido a sua precisão e confiabilidade nas medições cinemáticas (Saber-Sheikh, K., Bryant, E., Glazzard, C., 2010; Zhang, J., Novak, A., Brouwer, B., 2013; D. Dinu, R. Bidiugan, F., Natta, N., 2012) e também são vários os estudos que têm usado este sistema para os mais diversos fins (Beurskens, R. & Bock, O., 2013; Hamacher, D., Hamacher, D., Schega, L., 2016; Ling, M. & Ling, K., 2016). Contudo embora sejam reconhecidas amplamente as vantagens associadas aos sistemas ambulatórios de análise de marcha, até à data nenhum estudo examinou os efeitos da introdução de tarefas cognitivas nos parâmetros espaço-temporais com recuso a estes sistemas fora do laboratório, sendo que a maioria dos estudos que abordaram esta temática do paradigma da dupla tarefa contemplaram a utilização destes sistemas apenas dentro do laboratório, encontrando-se esta lacuna na revisão da literatura.

Sumariamente, as alterações da marcha são comuns em idosos, aumentam com a idade (Montero-Odasso *et al.*, 2009; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015; Cohen, J., Verghese, J., Zwerling, J., 2016) e são um fator de risco para a ocorrência de quedas (Woollacott, M. & Shumway-Cook, A., 2002; Montero-Odasso *et al.*, 2009; Hsu, C., Nagamatsu, J., Davis, J., 2012). Neste sentido, torna-se imperativo, desenvolver estratégias preventivas, com base na análise das mudanças que ocorrem no padrão de marcha sob a condição de dupla tarefa, dado que é uma das primeiras formas de avaliar estas manifestações clínicas da marcha

(Beauchet, O. & Berrut, G., 2006), que permitirão, não só a sua deteção e intervenção precoce, como monitorizar a sua progressão (Salzman, B., 2010; Bridenbaugh, S. & Kressig, R., 2015; Jerome, G., Ko, S., Kauffman, D., 2015).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho de investigação consiste em descrever as alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos saudáveis, durante a condição de dupla tarefa, através de um sistema ambulatório de análise de cinemática 3D da marcha baseado em sensores inerciais (IMU's), fora do laboratório. É esperado que o sistema ambulatório de análise de marcha seja sensível a essas alterações durante a condição de dupla tarefa. Adicionalmente, este trabalho pretende analisar qual das tarefas cognitivas produziu maiores diferenças nos parâmetros espaço-temporais avaliados. Espera-se que a tarefa cognitiva aritmética, como é mais complexa, induza mais alterações nos parâmetros espaço-temporais do que a tarefa cognitiva de fluência verbal.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de estudo

De acordo com os objetivos formulados anteriormente foi desenvolvido um estudo quantitativo, observacional, descritivo-correlacional e transversal (Bonita, R., Beaglehole, R., Kjellström, T., 2006; Fortin, M., Côté, J., Filion, F., 2009).

3.2. Participantes

Os participantes foram recrutados no Centro Comunitário de São Sebastião em Setúbal, nos dias 29 e 30 de Junho e 1, 2 e 3 de Julho de 2015, após aprovação da realização deste estudo por parte da Diretora Técnica desta instituição (Apêndice A).

Para a seleção da amostra utilizou-se uma amostragem do tipo não probabilística por conveniência, face às características da população-alvo e à proximidade geográfica, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (1) idade ≥ 65 anos (Rubenstein, L., 2006); (2) pontuações totais do MMSE $>$ aos valores normativos de referência validados para a população portuguesa, ou seja: Pontuações do MMSE > 22 pontos para 0-2 anos de literacia; Pontuações do MMSE > 24 pontos para 3-6 anos de literacia; Pontuações do MMSE > 27 pontos para indivíduos com literacia ≥ 7 anos (Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., 2009a; 2009b); (3) ausência de patologias cardiorrespiratórias agudas que alterem a forma como anda (Ambrose, A., Paul, G., Hausdorff, J., 2013); (4) ausência de patologias neurológicas agudas (Acidente Vascular Cerebral, Parkinson, Alzheimer, Doença Cerebelar, Mielopatia e Neuropatia periférica) que alterem a forma como anda (Alexander, N. & Goldenberg, A., 2005; Dubost *et al.*, 2006; Ambrose, A., Paul, G., Hausdorff, J., 2013); (5) ausência de patologias músculo-esqueléticas agudas que envolvam a parte inferior da coluna vertebral, a pélvis ou as extremidades inferiores que possam alterar a marcha (Beauchet *et al.*, 2005a, 2005b; Dubost *et al.*, 2006); (6) caminhar sem auxiliares de marcha (Beauchet *et al.*, 2005a, 2005b; Jerome, G., Ko, S., Kauffman, D., 2015); (7) não tomar medicamentos no dia das recolhas, no período da manhã ou tarde, que possam interferir com o desempenho da marcha/execução motora, nomeadamente, os Benzodiazepínicos (Hollman, J., Childs, K.,

McNeil, M., 2010 ; Hollman, J., Youdas, J., Lanzino, D., 2011b), os Opióides, os Antidepressivos, os Diuréticos e as Fenotiazinas (Rubenstein, L., 2006; Montero-Odasso, M., Muir, S., Speechley, M., 2012, Ambrose, A., Paul, G., & Hausdorff, J., 2013). Inicialmente foram recrutados 17 sujeitos, contudo, um desistiu e outro apresentava um critério de exclusão (Alzheimer), sendo que a amostra final foi constituída por 15 indivíduos.

Os procedimentos éticos inerentes à realização deste estudo visaram assegurar o cumprimento das questões éticas versadas pela Declaração de Helsínquia (*World Medical Association*, 2013), tendo a qualidade e integridade do mesmo sido aprovada pela Comissão de Ética para a Investigação da Escola Superior de Saúde de Setúbal. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos, métodos e procedimentos do estudo através de uma carta explicativa (Apêndice B) e assinaram um termo de consentimento livre e informado (Apêndice C).

3.3. Materiais/Instrumentos de medida

Para a realização deste estudo, os participantes responderam a um questionário de caracterização sociodemográfica e clínica e à versão portuguesa do instrumento de medida, Mini-Exame do Estado Mental (MMSE), com o intuito de caracterizar a amostra quanto às suas características sociodemográficas, clínicas e cognitivas. Para avaliar os parâmetros espaço-temporais da marcha, os participantes usaram um sistema tridimensional de captura de movimento baseado em sensores inerciais, o Xsens® MVN (*Xsens Technologies B.V., Enschede, Holanda*).

O questionário de caracterização sociodemográfica e clínica (Apêndice D) era constituído por questões de resposta fechada tendo sido aplicado através de uma entrevista dirigida, onde o investigador colocou cada questão tal como foram redigidas, evitando assim enviesamentos das respostas (Fortin, M., Côté, J., Filion, F., 2009). Este questionário teve como finalidade caracterizar os participantes quanto às suas características sociodemográficas (idade, género, IMC, estado civil e escolaridade) e clínicas (episódios de queda após os 65 anos, quedas no último ano e medicação diária) (Hollman, J., Kovash, F.,

Kubik, J., 2007), mas também auxiliar o investigador na seleção dos participantes através de questões relacionadas com os critérios de inclusão.

Para assegurar que os participantes do estudo, se encontravam cognitivamente capazes de executar tarefas cognitivas, as suas funções cognitivas foram avaliadas através da versão adaptada à população portuguesa do *Mini Mental State Examination* (MMSE) (Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., 1994) (Anexo 1). O presente estudo foi desenvolvido de acordo com as instruções de aplicação propostas por Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., (1994) e os valores de corte propostos por Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., (2009a, 2009b). Desenvolvido na década de 70, este instrumento de medida, constitui o teste cognitivo mais difundido e traduzido a nível mundial para avaliar as funções cognitivas nas populações idosas (Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., 2009a, 2009b; Freitas, S., Alves, L., Simões, M., 2013). De acordo com os resultados publicados através de uma revisão sistemática de estudos das características psicométricas do MMSE desenvolvida ao longo de 25 anos, este instrumento apresenta uma boa consistência interna, com valores de α de Cronbach, a variar de $\alpha=0,54$ a $\alpha=0,96$ (Tombaugh, T. & McIntyre N., 1992). O ponto de corte universal proposto corresponde a uma pontuação de 23/24 pontos. Contudo o desempenho do MMSE é influenciado por diversas variáveis demográficas, como a idade e a escolaridade. Nesse sentido, este ponto de corte, pode equacionar falsos positivos em idosos mais velhos e com baixo grau de literacia e falsos negativos em idosos com elevado grau de literacia (Santana et al., 2016).

Em Portugal, o primeiro estudo de adaptação transcultural, validação e normalização deste instrumento foi elaborado na década de 90, por Guerreiro e colaboradores, numa amostra por conveniência essencialmente urbana, confirmando-se a importância da escolaridade no desempenho global (Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., 1994; Santana et al., 2016). Considerando este critério, definiram-se valores de corte diferenciados de acordo com os anos de escolaridade: 15 pontos em indivíduos analfabetos; 22 pontos indivíduos com literacia entre 1-11 anos; 27 pontos para indivíduos com literacia >11 anos) (Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., 1994). Posteriormente, Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., (2009a, 2009b) atualizaram os valores normativos para a população portuguesa com base numa

amostra robusta de indivíduos com idades acima dos 50 anos residentes na área metropolitana de Lisboa (n=411). Nesse estudo, propuseram-se novos valores de corte de 22 pontos para 0-2 anos de literacia, 24 pontos para 3-6 anos de literacia e 27 pontos para literacia ≥ 7 anos. À semelhança do estudo de Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., (1994) também este estudo identificou a literacia como a principal variável preditiva da pontuação total do MMSE. Os estudos referenciados anteriormente não apresentaram amostras estratificadas e representativas da população portuguesa, pois as suas amostras apenas contemplam indivíduos residentes em Lisboa.

Por esta razão, recentemente, Freitas, S., Simões, M., Alves, L., (2015) desenvolveram outro estudo normativo com recurso a uma amostra estratificada e representativa da população portuguesa (n=850), abrangendo três grupos etários distintos (Jovens: 25-49 anos; Adultos de meia-idade: 50-64 anos e idosos: 65 ou mais anos) de acordo com diversas variáveis sociodemográficas. De acordo com os resultados deste estudo, em conjunto, a escolaridade e a idade são responsáveis por 26% da variância das pontuações do MMSE. Os novos valores normativos foram propostos contemplando estas duas variáveis e quatro novos grupos de literacia (0-4 anos; 5-9 anos; 10-12 anos e ≥ 12 anos) (Freitas, S., Simões, M., Alves, L., 2015).

Os parâmetros espaço-temporais foram medidos através do sistema tridimensional de captura de movimento Xsens® MVN. Na constituição deste sistema estão integrados 17 sensores inerciais ou unidades de medida inercial (IMU's) (MTx, com um peso aproximado de 35g e uma dimensão de 38x53x21 mm) (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013; Saber-Sheikh, K., Bryant, E., Glazzard, C., 2010; Dinu, R. Bidiugan, F., Natta, N., 2012), dois emissores designados *Master Xbus* e dois recetores. Cada sensor contém no seu interior um acelerómetro 3D, um giroscópio 3D, um magnetómetro 3D, um filtro de *Kalman* e um sensor de temperatura (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013). Os sensores podem ser colocados em qualquer parte do corpo através de um fato de licra ou de um sistema de fitas de velcro, enquanto que os *Master Xbus* são colocados junto às omoplatas. Este sistema possui cabos próprios que permitem a interligação dos sensores entre si e entre os emissores que sincronizam e transmitem com uma frequência de atualização de 120 Hz todas as

informações recolhidas via *wireless* aos recetores. Estes encontram-se conectados via USB a um computador portátil onde os dados serão processados, executados e visualizados. (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013).

Como os sensores inerciais não medem diretamente a posição, um processo de calibração anatómico é necessário para que o sistema determine a orientação de cada sensor face ao segmento do corpo e face às distâncias relativas entre as articulações. Durante a calibração, os sujeitos são instruídos a ficar em pé com os braços abertos (*T-pose*) ou com os braços ligeiramente afastados do corpo (*N-Pose*) (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013) e a realizar um determinado movimento, o qual se assume corresponder a um certo eixo. Com um algoritmo de fusão específico, cada sensor calcula uma estimativa da posição, da velocidade, da aceleração, da orientação, da velocidade angular e da aceleração angular de cada segmento do corpo com respeito a um sistema de coordenadas global (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013). Os dados cinemáticos 3D recolhidos pelos sensores (aceleração linear, aceleração angular, velocidade, velocidade angular e ângulos inter-segmentares) são processados pelo Xsens® *MVN Studio* para a construção de um modelo biomecânico composto por 23 segmentos, nomeadamente, pélvis, L5, L3, T12, T8, pescoço, cabeça, ombro esquerdo e direito, braços, antebraços, mãos, ancas, pernas, pés e dedos. As dimensões de cada um dos segmentos desse modelo são calculadas através de medições antropométricas realizadas no indivíduo ou apenas introduzindo a altura e o tamanho do pé, possibilitando que nos segmentos onde não existe um sensor, as medidas antropométricas restantes sejam estimadas (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013).

No final o sistema de navegação inercial cinemático é transferido para a cinemática corporal através do ajuste do modelo biomecânico, assumindo que o corpo do sujeito inclui segmentos corporais ligados a articulações e que os sensores estão conectados aos segmentos corporais (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013). Posteriormente, os dados cinemáticos são devolvidos ao algoritmo do sistema de navegação inercial e ao segmento cinemático para serem utilizados no *frame* seguinte (Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013).

O Xsens® MVN tem sido avaliado quanto à sua precisão e confiabilidade na determinação dos parâmetros cinemáticos angulares tridimensionais durante a marcha comparativamente com sistemas de referência padrão (Saber-Sheikh, K., Bryant, E., Glazzard, C., 2010; Zhang, J., Novak, A., Brouwer, B., 2013; Dinu, R. Bidiugan, F., Natta, N., 2012), tendo esses estudos demonstrado que o Xsens® MVN é um método viável para avaliar os parâmetros da cinemática 3D da marcha. Pois tem a capacidade de estimar a orientação de cada segmento do corpo e das alterações da sua posição, com 6 graus de liberdade, por integração contínua dos sinais do acelerômetro e do giroscópio que atualizam o modelo biomecânico com uma taxa máxima de atualização de 120 Hz, permitindo uma avaliação contínua do movimento dinâmico. Este sistema é único na sua abordagem, não só pelos motivos supramencionados, mas também pelas suas características intrínsecas. É de fácil utilização, devido à ausência de qualquer infraestrutura necessária, apresenta uma boa relação custo-eficiência, efetua medições de ângulos bastante precisas, pode ser usado em qualquer lugar, dentro ou fora do laboratório, permitindo medir, sem um número mínimo de medições, a execução de movimentos combinados com tarefas do dia-a-dia (situações de dupla tarefa) sem sofrer restrições relativas à iluminação, problemas de oclusão ou falta de marcadores (Bellusci, G., Roetenberg, D., Dijkstra, F., 2011; Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013).

Os parâmetros espaço-temporais avaliados foram a velocidade da passada, o comprimento da passada, a largura da passada, a cadência, o tempo de apoio, o tempo de balanço e o tempo de duplo apoio (Anexo 2). Estas variáveis foram escolhidas porque são amplamente referenciadas na literatura em estudos que abordaram a associação entre as alterações da marcha, as duplas tarefas e as quedas, permitindo elaborar-se uma comparação com os valores publicados por outros autores com desenhos metodológicos semelhantes.

3.4. Variáveis dependentes e independentes

De acordo com a definição de variável dependente e independente propostas por Hicks, C., (2006), as variáveis dependentes deste estudo são os parâmetros espaço-temporais, nomeadamente: a velocidade da passada, o comprimento da passada, a largura da passada, a cadência, o tempo de apoio, o tempo de balanço e o tempo de duplo apoio. Enquanto que as

variáveis independentes são as tarefas cognitivas, designadamente, as tarefas de fluência verbal e as tarefas aritméticas.

3.5. Procedimentos de investigação

Anteriormente à realização deste estudo, foi elaborado um treino de competências por forma a desenvolver os procedimentos experimentais com alguns sujeitos e colegas para detetar eventuais dificuldades práticas.

Todos os procedimentos de recolha de dados foram realizados numa única fase. Primariamente foram recolhidos os dados de caracterização sociodemográfica, clínica e função cognitiva da amostra e posteriormente foram feitas as medições dos parâmetros espaço-temporais através do Xsens® MVN. Antes da colocação dos sensores inerciais, a utilização do Xsens® MVN pressupõe a medição de determinadas medidas antropométricas, como a altura, a envergadura, a distância entre acrômios, a distância entre EIAS⁴, a distância do trocânter ao chão, a distância do côndilo femoral externo ao chão, a distância do maléolo externo ao chão e o comprimento do pé e ainda, medições de determinadas distâncias de eminências ósseas específicas aos sensores inerciais, nomeadamente, a distância do trocânter ao sensor, a distância do côndilo femoral interno ao sensor e a distância do maléolo interno ao sensor. Estas medições permitem ajustar o modelo biomecânico do Xsens® MVN às medidas do sujeito e calcular uma localização mais precisa entre os sensores e as referências ósseas, sendo introduzidas no software de recolha de dados, Xsens® MVN *Studio*, onde a calibração do *avatar*, com base na postura *N-Pose* designada pelo próprio Xsens® MVN é executada. Os dezassete sensores inerciais constituintes do Xsens® MVN foram colocados na cabeça, nos braços, nos antebraços, nas mãos, no tórax, na pélvis, nas ancas, nas pernas e nos pés através de fitas de velcro e os seus cabos conectados entre si e às *Master Xbus*.

Após os procedimentos de calibração e instrumentalização dos participantes, estes foram instruídos a caminharem ao seu ritmo habitual em linha reta, virarem e voltarem para o mesmo sítio (Woollacott, M. & Shumway-Cook, A., 2002; Kressing, R. & Beauchet, O., 2006) ao longo de uma distância de 10 metros numa superfície regular (Beauchet *et al.*, 2009), durante a realização de duas condições: (1) caminharem sem uma tarefa cognitiva

⁴ EIAS – Espinhas ilíacas ântero-superiores

(Figura1); (2) caminharem 5 metros executando uma tarefa de fluência verbal, virarem e voltarem para trás, e caminharem 5 metros executando uma tarefa aritmética (Figura 2). Para permitir a aceleração e a desaceleração, o primeiro e último metro não foram contabilizados. Antes da recolha dos dados, cada condição foi exemplificada pelo investigador através de instruções verbais e de uma demonstração visual do percurso, sendo que cada sujeito completou um ensaio de familiarização das condições estudadas. Todos os participantes usaram o seu próprio calçado e foram instruídos a realizar na melhor das suas capacidades, tanto a tarefa de marcha como as tarefas cognitivas. O investigador acompanhou de perto cada participante, caso fosse necessário prestar auxílio. Cada participante executou cada condição apenas uma vez para minimizar efeitos de fadiga (McGinley, J., Baker, R., Wolfe, R., 2009).

Posteriormente, os dados cinemáticos e cinéticos relativos às coordenadas dos segmentos corporais face às referências anatómicas do modelo biomecânico do Xsens® MVN anteriormente criado, foram exportados para uma pasta no computador e posteriormente para o *software Visual3D* (C-Motion, Inc., Germantown, EUA). Este *software*, amplamente utilizado para fins científicos, clínicos e desportivos na área da biomecânica, permite, ao contrário do sistema de análise de dados do Xsens® MVN, o processamento, a análise biomecânica e a modelação dos dados cinemáticos recolhidos pelo Xsens® MVN, após a criação de um modelo esquelético anatómico com seis graus de liberdade (C-Motion, 2013). Como este *software* permite a construção de comandos automatizados específicos (*pipelines*) torna-se possível escolher, no caso particular deste estudo, quais os parâmetros espaço-temporais da marcha que pretendemos avaliar. Todos os dados obtidos através do *software Visual3D*, foram exportados para uma folha do *Microsoft Excel* e posteriormente transferidos para o *PAWS Statistics* para serem analisados através da estatística inferencial.

Os sete parâmetros espaço-temporais foram recolhidos, descritos e modelados no plano sagital (Gabell, A. & Nayak, U., 1984) em concordância com as normas da *International Society of Biomechanics*.

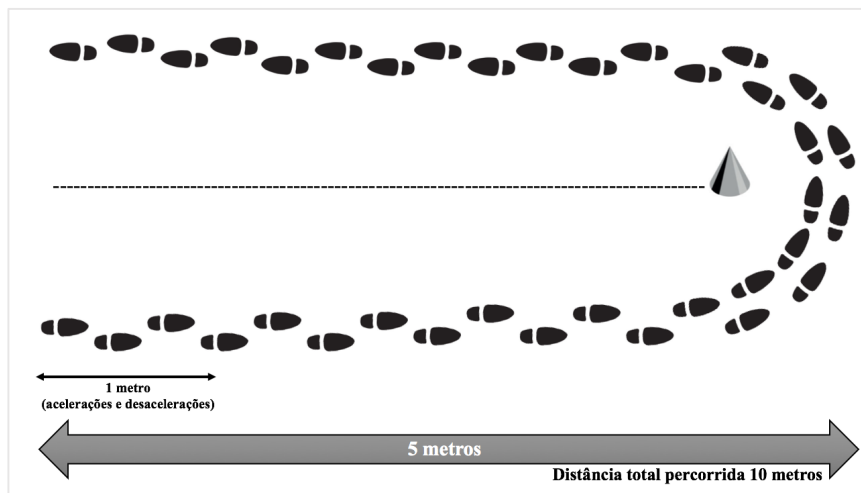


Figura 1 – Esquema do percurso executado na condição de marcha sem tarefa.

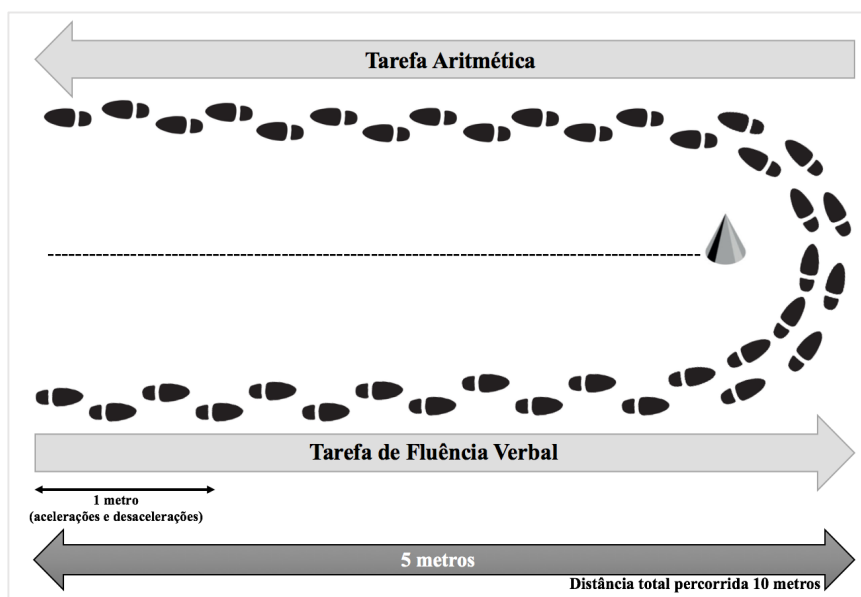


Figura 2 – Esquema do percurso executado na condição de dupla tarefa.

3.6. Tarefas Cognitivas

As tarefas cognitivas de ordem quantitativa, como tarefas de fluência verbal e tarefas aritméticas parecem ser mais apropriadas para avaliar as alterações da marcha sob a condição de dupla tarefa, pois são mais efetivas a perturbar o desempenho da marcha (Al-Yahya, E., Dawes, H., Smith, L., 2011) e por isso, a desafiar as funções executivas (Holtzer, R., Wang,

C., Verghese, J., 2012). Dado que nem todas as tarefas cognitivas vão interagir no processamento do controlo neuromotor da mesma maneira, diferentes tipos de tarefas secundárias podem produzir mais alterações detetáveis (Muir-Hunter, S. & Winter, J., 2015). Neste sentido, foram escolhidas três tarefas de fluência verbal e três tarefas aritméticas para cada um dos três intervalos de escolaridade definidos para a população portuguesa por Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., (2009a, 2009b) que permitirão uniformizar para os diferentes níveis de escolaridade a variabilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha estudados.

TAREFAS COGNITIVAS		
Intervalos de escolaridade	Tarefa de fluência verbal utilizadas	Tarefas aritméticas utilizadas
0-2 anos	Memória semântica com nomes de animais sem repetição (nomes de animais dados pelo investigador antes do início do ensaio)	Contar regressivamente de 1 em 1 a partir do número 20 em voz alta
3-6 anos	Enumerar nomes de animais em voz alta, tantos quantos possíveis	Contar regressivamente de 1 em 1 a partir do número 30 em voz alta
≥ 7 anos	Nomear palavras começadas por uma certa letra do alfabeto (letra dada pelo investigador antes do início do ensaio)	Contar regressivamente de 1 em 1 a partir do número 100 em voz alta

Quadro 1 - Tarefas cognitivas utilizadas neste estudo em função dos três intervalos de escolaridade definidos para a população portuguesa por Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., (2009a, 2009b).

3.7. Técnicas de análise e tratamento dos dados

Com recurso à estatística descritiva, as características sociodemográficas, clínicas e da função cognitiva foram analisadas através de medidas de tendência central (média aritmética) e de dispersão (desvio-padrão) (Apêndice E). Os parâmetros espaço-temporais foram analisados através da estatística inferencial. Inicialmente, estas variáveis foram analisadas quanto à presença de distribuição normal através do teste Shapiro-Wilk, dado que a amostra é inferior a 30 indivíduos (Marôco, J., 2014). Posteriormente, confirmada a normalidade de todas as variáveis averiguou-se quanto à presença de homogeneidade das variâncias através do Teste de Levene (Marôco, J., 2014), não tendo sido confirmada a

homogeneidade de variâncias de todas as variáveis (Apêndice F). Considerando os resultados obtidos e o pequeno tamanho da amostra ($n=15$), optou-se por utilizar testes não paramétricos (Norwood, 2000 citado por Fortin, M., Côté, J., Filion, F., 2009). Assim, para averiguar se existem diferenças significativas nas medições repetidas das variáveis em estudo no mesmo grupo de sujeitos entre as duas condições estudadas, foi aplicado o teste não paramétrico de Friedman (Marôco, J., 2014) (Apêndice G). Quando foram verificadas diferenças significativas, permitindo rejeitar a hipótese nula a favor da hipótese alternativa, para comparar em qual ou quais condições as variáveis em estudo diferiram significativamente mais entre si, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon *signed-rank test*, com ajuste do teste *post-hoc* de Bonferroni (Marôco, J., 2014) (Apêndice G). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados através do *software* PASW Statistics (v.23, SPSS Inc., Chicago, EUA), com $\alpha=0,05$ (Intervalo de Confiança de 95%).

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização sociodemográfica e clínica da amostra

A amostra em estudo é maioritariamente do sexo feminino (87,6% mulheres face a 13,3% de homens) com uma idade média de 75,73±6,03 anos, predominantemente viúvas/os, com um grau de escolaridade compreendido entre 3 a 6 anos (80,0%) e apresenta excesso de peso (IMC médio de 29,16±4,07 kg/m²) (WHO, 2000). Mais de metade dos participantes afirma já ter sofrido um episódio de queda após os 65 anos. Todos os participantes tomam medicação diariamente, sendo os Antidislipídemicos e os Anti-hipertensores, cada um com uma percentagem de 20,9% a terapêutica medicamentosa mais frequente. Os resultados das características sociodemográficas e clínicas encontram-se sistematizadas no quadro 2.

Caracterização sociodemográfica da amostra		
Género	Feminino	13 (86,7%)
	Masculino	2 (13,3%)
Idade	75,73±6,03	
Índice de Massa Corporal (IMC)	29,16±4,07	
Estado Civil	Casado (a)	5 (33,3%)
	Viúvo (a)	9 (60,0%)
	Divorciado (a)	1 (6,7%)
Escolaridade	0-2 anos	2 (13,3%)
	3-6 anos	12 (80,0%)
	≥ 7 anos	1 (6,7%)
Episódios de queda após os 65 anos	Sim	8 (53,3%)
	Não	7 (46,7%)
Número de quedas no último ano	0	13 (86,7%)
	1	2 (13,3%)
Toma medicação diariamente	Sim	15 (100%)
	Não	0
Tipo de terapêutica medicamentosa	Analgésicos	1 (2,3%)
	Anti-hipertensores	9 (20,9%)
	Anticoagulantes	6 (14,0%)
	Antidepressivos	3 (7,0%)
	Antidiabéticos orais	4 (9,3%)
	Antidislipídemicos	9 (20,9%)
	Hormonas da Tiróide e antitiroideus	2 (4,7%)
	Medicamentos para gota	1 (2,3%)
	Medicamentos para patologia cardíaca	3 (7,0%)
	Medicamentos para patologia gástrica	2 (4,7%)
	Suplementos alimentares	3 (7,0%)

Quadro 2 – Caracterização sociodemográfica e clínica da amostra.

4.2. Caracterização da amostra relativamente às pontuações do MMSE

Os participantes são cognitivamente saudáveis com uma pontuação média do MMSE de $29,07 \pm 1,28$ pontos. O domínio cognitivo de “Atenção e cálculo” apresentou a pontuação mais alta ($5,00 \pm 0,0$ pontos), contrariamente ao domínio cognitivo de “Evocação” que apresentou a pontuação mais baixa ($2,40 \pm 0,91$ pontos). Nesta amostra, as médias de todos os intervalos de escolaridade definidos por Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., (2009) para a população portuguesa apresentam valores superiores às pontuações de referência de limiar de diagnóstico como se pode observar através do quadro 3.

Resultados do MMSE						
Domínios cognitivos						
Orientação	Retenção	Atenção e Cálculo	Evocação	Linguagem	Habilidade construtiva	Pontuação total
$9,93 \pm 0,26$	$2,93 \pm 0,26$	$5,00 \pm 0,0$	$2,40 \pm 0,91$	$7,93 \pm 0,26$	$0,87 \pm 0,35$	$29,07 \pm 1,28$
Intervalo de Escolaridade	Número de participantes em cada intervalo		Média e desvio-padrão das pontuações totais dos participantes de acordo com o intervalo de escolaridade		Pontuações de referência de limiar de diagnóstico para a população portuguesa Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., (2009)	
0-2 anos	2		$26,50 \pm 0,71$		22	
3-6 anos	12		$29,50 \pm 0,80$		24	
≥ 7 anos	1		$29,00 \pm 0,0$		27	

Quadro 3 – Caracterização da amostra relativamente às pontuações do MMSE.

4.3. Variáveis espaço-temporais da marcha em dupla tarefa

Para estudar se existem diferenças significativas entre as variáveis em cada condição avaliada, recorreu-se ao Teste de Friedman ($\alpha=0,05$), de acordo com as seguintes hipóteses: $H_0: F(x_1)=F(x_2)=F(x_k)$ e $H_1: \exists i, j: F(x_i) \neq F(x_j)$ ($i \neq j; i, j = 1, \dots, k$). Os resultados podem ser consultados no quadro 4.

Variáveis em estudo	Estatística de Teste		Marcha sem tarefa	Marcha com tarefa de fluência verbal	Marcha com tarefa aritmética
	χ^2	Valor de p			
Velocidade da passada (m/s)	11,200	0,004	$0,79 \pm 0,19^*$	$0,62 \pm 0,15^*$	$0,58 \pm 0,22^*$
Comprimento da passada (m)	0,933	0,627	$0,94 \pm 0,17^*$	$0,88 \pm 0,17^*$	$0,87 \pm 0,23^*$
Largura da passada (m)	5,733	0,057	$0,16 \pm 0,03^*$	$0,16 \pm 0,04^*$	$0,15 \pm 0,04^*$
Cadência (nº passos/min)	24,102	0,000	$7,03 \pm 1,52^*$	$3,50 \pm 0,89^*$	$3,93 \pm 0,88^*$
Tempo de Apoio (s)	20,133	0,000	$0,74 \pm 0,11^*$	$0,91 \pm 0,14^*$	$1,02 \pm 0,24^*$
Tempo de Balanço (s)	17,733	0,000	$0,48 \pm 0,06^*$	$0,54 \pm 0,08^*$	$0,58 \pm 0,08^*$
Tempo de Duplo Apoio (s)	19,733	0,000	$0,13 \pm 0,04^*$	$0,19 \pm 0,05^*$	$0,22 \pm 0,09^*$

Quadro 4 – Resultados do Teste de Friedman.

De acordo com os resultados obtidos através do Teste de Friedman ($\alpha=0,05$), podemos concluir que apenas as variáveis, velocidade da passada, cadência, tempo de apoio, tempo de balanço e tempo de duplo apoio apresentam diferenças significativas para as diferentes condições estudadas ($\chi^2=11,200$ com $p=0,004$; $\chi^2=24,201$ com $p=0,000$; $\chi^2=20,133$ com $p=0,000$; $\chi^2=17,733$ com $p=0,000$; $\chi^2=19,733$ com $p=0,000$ respetivamente). Contrariamente aos parâmetros espaciais (comprimento e largura da passada) que não apresentam diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=0,933$ com $p=0,627$; $\chi^2=5,733$ com $p=0,057$ respetivamente).

Nas variáveis que relevaram diferenças significativas para as duas condições estudadas é necessário determinar em qual condição ou quais condições essas diferenças nos parâmetros espaço-temporais são mais significativas, o que foi analisado através do *Wilcoxon Signed-rank test* com correção de Bonferroni ($\alpha=0,017$) (Marôco, J., 2014), testado as seguintes hipóteses: $H_0: \theta = k$ e $H_1: \theta \neq, < \text{ou} > k$. Os resultados encontram-se sumarizados no quadro 5.

Condições estudadas		Velocidade da passada	Cadência	Tempo de Apoio	Tempo de Balanço	Tempo de Duplo Apoio
Marcha sem tarefa – Marcha com tarefa de fluência verbal	Estatística de teste	-3,010	-3,436	-3,408	-2,897	-3,408
	<i>p-value</i>	0,003	0,001	0,001	0,004	0,001
	<i>Negative Ranks</i>	12 ^a	15 ^a	0 ^a	2 ^a	0 ^a
	<i>Positive Ranks</i>	3 ^b	0 ^b	15 ^b	13 ^b	15 ^b
	<i>Ties</i>	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c
Marcha sem tarefa – Marcha com tarefa aritmética	Estatística de teste	-2,953	-3,424	-3,237	-3,181	-3,181
	<i>p-value</i>	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001
	<i>Negative Ranks</i>	13 ^d	15 ^d	1 ^d	1 ^d	1 ^d
	<i>Positive Ranks</i>	2 ^e	0 ^e	14 ^e	14 ^e	14 ^e
	<i>Ties</i>	0 ^f	0 ^f	0 ^f	0 ^f	0 ^f
Marcha com tarefa de fluência verbal – Marcha com tarefa aritmética	Estatística de teste	-1,306	-2,055	-1,533	-1,988	-1,250
	<i>p-value</i>	0,191	0,040	0,125	0,047	0,211
	<i>Negative Ranks</i>	10 ^g	4 ^g	5 ^g	3 ^g	6 ^g
	<i>Positive Ranks</i>	5 ^h	10 ^h	10 ^h	12 ^h	9 ^h
	<i>Ties</i>	0 ⁱ	1 ⁱ	0 ⁱ	0 ⁱ	0 ⁱ

Quadro 5 – Resultados do Wilcoxon *signed-rank test* com correção de Bonferroni ($\alpha=0,017$).

- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa de fluência verbal < Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha sem tarefa.
- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa de fluência verbal > Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha sem tarefa.
- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa de fluência verbal = Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha sem tarefa.
- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa aritmética < Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha sem tarefa.
- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa aritmética > Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha sem tarefa.
- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa aritmética = Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha sem tarefa.
- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa de fluência verbal < Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa aritmética.
- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa de fluência verbal > Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa aritmética.
- Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa de fluência verbal = Parâmetro espaço-temporal em estudo durante a marcha com tarefa aritmética.

Na análise dos resultados obtidos através do Wilcoxon *signed-rank test* com correção de Bonferroni ($\alpha=0,017$) podemos verificar que os parâmetros cadência, tempo de apoio e tempo de duplo apoio apresentaram os valores de *p* mais significativos na comparação da marcha sem tarefa com ambas as tarefas cognitivas avaliadas, com $p=0,001$ para uma

estatística de teste de -3,436, -3,408 e -3,408 respetivamente. Todavia, o parâmetro tempo de balanço apenas apresentou diferenças estatisticamente significativas na comparação da marcha sem tarefa com a marcha com tarefa aritmética ($Z = -3,181$ com $p = 0,001$). Quando comparadas entre si, as duas tarefas cognitivas estudadas não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre as duas condições avaliadas nos parâmetros espaço-temporais analisados.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com este estudo pretendíamos, avaliar a presença de alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha, caso existam, numa amostra de idosos saudáveis, durante a condição de dupla tarefa, através de um sistema ambulatório de análise de cinemática 3D baseado em sensores inerciais (IMU's). Os resultados obtidos demonstram a presença de alterações entre as médias e os desvios-padrão dos sete parâmetros espaço-temporais da marcha avaliados durante a condição de dupla tarefa comparativamente com a marcha sem tarefa, o que vai ao encontro dos resultados reportados por outros estudos que utilizaram o paradigma da dupla tarefa (Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., Gustafson, Y., 1997; Beauchet *et al.*, 2002; Beauchet *et al.*, 2005a, 2005b; Dubost *et al.*, 2006; Beauchet *et al.*, 2008a, 2008b; Laessoe, U., Hoeck, H., Simonsen, O., 2008; Qu, X., 2014).

Neste sentido, podemos inferir que as tarefas cognitivas introduzidas durante a marcha resultaram na alteração dos parâmetros espaço-temporais e que o Xsens® MVN conseguiu efetivamente medir e registar essas alterações fora do laboratório, constituindo um método viável para a medição dos parâmetros espaço-temporais em condições reais.

Do estudo da comparação dos valores médios dos parâmetros espaço-temporais diferenciados por géneros com os dados normativos propostos por Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a) para o grupo etário de 75-79 anos (Apêndice H), podemos concluir que, com exceção do parâmetro tempo de duplo apoio, todos os outros parâmetros demonstraram alterações próprias da idade, concomitantes ao processo de envelhecimento e consistentes com o que é reportado pela literatura. Nesta amostra o padrão de marcha na *baseline* caracteriza-se por uma diminuição da velocidade da passada, diminuição do comprimento da passada, aumento da largura da passada, diminuição da cadência, aumento do tempo de apoio e tempo de balanço e diminuição do tempo de duplo apoio (Alexander, N. & Goldberg, A., 2005; Salzman, B., 2010; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2011; Beurskens, R. & Bock, O., 2013). Estes resultados suportam o estudo de Verghese, J., LeValley, A., Hall, C., (2006) que demonstrou que a incidência e prevalência de alterações da marcha em idosos (n=468; média de idades $77,7 \pm 5,2$ anos) residentes na comunidade é

elevada, sendo a prevalência dessas alterações de 35% (95% IC=28,6-42,1) e a incidência de 168,6 por cada 1000 pessoa/ano (95% IC=117,4-242,0).

Esta amostra, embora se considere saudável devido à ausência de comorbilidades associadas ao processo de envelhecimento, apresenta características intrínsecas como elevada suscetibilidade para a ocorrência de quedas, nomeadamente a polimedicação (todos os sujeitos tomam medicamentos), o historial de quedas após os 65 anos (53,3% dos participantes já caíram após esta idade) e o excesso de peso (IMC médio de $29,16 \pm 4,07$ kg/m²). O historial de quedas assume particular relevância porque indivíduos com historial de quedas apresentam alterações da marcha durante a condição de dupla tarefa mais exacerbadas, como acontece durante a situação de dualidade de tarefas neste estudo (Hausdorff, J., Rios, D., Edelberg, H., 2001; Herman, T., Mirelman, A., Giladi, N., 2010; Ambrose, A., Paul, G., Hausdorff, J., 2013).

Segundo Beauchet, O., Annweiler, C., Allali, G., (2008b) numa amostra de 213 idosos frágeis (média de idades= $84,4 \pm 5,5$ anos) avaliados durante 12 meses, a ocorrência de uma queda recorrente estava associada com a idade ($OR^5=1,11$, $p=0,02$), com o número de medicamentos ($OR=1,28$ $p=0,002$) e com a velocidade da marcha nas duas condições (marcha normal: $OR=0,96$ $p=0,002$; tarefa de contar para trás: $OR=0,60$ $p=0,005$). Sendo que apenas a velocidade da marcha e o número de medicamentos estavam associados com a incidência de quedas durante a condição de dupla tarefa ($IRR^6=0,84$ $p=0,045$; $IRR=1,10$ $p=0,004$). Neste sentido, este estudo alerta-nos ainda mais para a importância da deteção precoce das alterações da marcha. Numa amostra aparentemente saudável são perceptíveis fatores de risco cruciais, como a polimedicação e o historial de quedas, bem como, a presença de alterações da marcha na *baseline* que aumentam a suscetibilidade do indivíduo para o risco de queda.

Dos inúmeros estudos consultados, embora avaliassem quantitativamente os parâmetros

⁵ Odds ratio.

⁶ Incident rate ratio.

espaço-temporais da marcha em idosos sob a condição de dupla tarefa, nenhum deles verificou se os mesmos resultados se mantinham num ambiente ambulatório. É nesse sentido que este estudo se destaca dos demais, aplicando os recursos tecnológicos disponíveis ao contexto da vida real. Por este motivo, os resultados encontrados na literatura devem ser cuidadosamente interpretados quando comparados com os resultados obtidos neste estudo. Para a comparação foram usados estudos semelhantes que avaliassem um ou mais parâmetros espaço-temporais da marcha utilizados neste estudo em idosos saudáveis, avaliados sob a condição de dupla tarefa, em que a tarefa secundária fosse uma tarefa de fluência verbal ou uma tarefa aritmética, independentemente do objetivo do estudo em questão.

Do estudo da comparação da presença de diferenças significativas entre a marcha sem tarefa e marcha com tarefas cognitivas, apenas os parâmetros temporais apresentaram diferenças significativas (velocidade da passada: $p=0,004$; cadência, tempo de apoio, tempo de balanço e tempo de duplo apoio: $p=0,000$).

Do estudo das diferenças entre a condição de marcha sem tarefa com a marcha com tarefa de fluência verbal, apenas os parâmetros cadência, tempo de apoio e tempo de duplo apoio apresentaram diferenças estatisticamente significativas com $p=0,001$.

No que concerne ao estudo das diferenças entre a condição de marcha sem tarefa com a marcha com tarefa aritmética, com exceção da velocidade da passada, todos os parâmetros temporais apresentaram diferenças significativas com $p=0,001$. Segundo, Mortaza, N., Osman, N., Mehdikhani, N., (2014), os parâmetros temporais são mais sensíveis na detecção do risco de queda em idosos. Contudo este estudo adverte para o fato de que usar apenas a análise dos parâmetros espaço-temporais pode não ser um vaticínio fiável para a detecção das quedas em idosos. Em concordância, os resultados da revisão sistemática desenvolvida por Hamacher, D., Singh, N., Van Dieën, J., (2011) mostraram que todos os estudos que avaliaram parâmetros lineares indicaram que a variabilidade das medições temporais é capaz de discriminar entre idosos que caem do que não caem.

Comparando a velocidade da passada, durante as duas condições estudadas, verifica-se que esta foi menor durante a tarefa aritmética ($0,58 \pm 0,22$ m/s). Foram registadas diferenças estatisticamente significativas entre a marcha sem tarefa e a marcha com tarefas cognitivas ($\chi^2=11,200$, $p=0,004$), mas sem ênfase em nenhuma das três comparações efetuadas

(marcha-marcha com tarefa de fluência verbal; marcha-marcha com tarefa aritmética; tarefa de fluência verbal-tarefa aritmética). Os resultados vão ao encontro dos estudos de Agner, S., Berner, J., Brühlhart, Y., (2015) que também demonstraram redução da velocidade da passada durante a tarefa aritmética no grupo de idosos face ao grupo de jovens e de Beauchet *et al.*, (2002), de Bridenbaugh, S. & Kressing, R., (2015) e de Hausdorff, J., Schweiger, A., Herman, T., (2008). No entanto, a velocidade da passada durante a tarefa de fluência verbal comparativamente à marcha sem tarefa também sofreu diminuição à semelhança dos estudos de Dubost *et al.*, (2006), de Hausdorff, J., Schweiger, A., Herman, T., (2008), de Kelly, V., Schrager, M., Price, R. (2008), de Hollman, J., Childs, K., McNeil, M., (2010), de Reelick, M., Kessels, R., Faes, M., (2011) e de Donoghue, O., Cronin, H., Savva, G., (2013).

No nosso estudo, a cadência também revelou reduções face à comparação da marcha sem tarefa com a marcha sob condição de dupla tarefa, sendo essas diferenças mais acentuadas durante a tarefa de fluência verbal, onde se verificou uma menor cadência ($3,50 \pm 0,87$ passos/min). Foram encontradas diferenças significativas entre a marcha normal e marcha com tarefa de fluência verbal ($Z = -3,436$, $p = 0,001$) e entre a marcha normal e a marcha com tarefa aritmética ($Z = -3,424$, $p = 0,001$). Contudo não foram encontradas diferenças entre as duas tarefas cognitivas abordadas. Estes resultados são consistentes com os resultados reportados por Hollman, J., Childs, K., McNeil, M., (2010). Beauchet *et al.*, (2002) referem uma diminuição deste parâmetro, mas durante a tarefa aritmética. No que se refere à cadência, também no estudo de Agner, S., Berner, J., Brühlhart, Y., (2015) foram registados aumentos sob a condição de dupla tarefa durante a marcha a uma velocidade auto-seleccionada num grupo de idosos, em oposição aos nossos resultados. Ressalva-se que, embora este estudo tenha registado aumentos nestes dois parâmetros, à luz da literatura consultada o que é comum suceder-se sob a condição de dupla tarefa é ocorrerem diminuições, logo os resultados presentes no nosso estudo encontram-se em concordância com a literatura.

Relativamente aos parâmetros tempo de apoio, tempo de balanço e tempo de duplo apoio, comparativamente com a marcha sem tarefa, durante a condição de dupla tarefa, todos os parâmetros referidos anteriormente sofreram um aumento, sendo maior esse aumento no tempo de apoio durante a tarefa aritmética ($1,01 \pm 0,24$ s). Comparativamente com a marcha sem tarefa, foram registadas diferenças estatisticamente significativas no tempo de apoio e tempo de duplo apoio para ambas as condições estudadas (tarefa de fluência verbal:

$Z = -3,408$, $Z = -3,408$ com $p=0,001$; tarefa aritmética: $Z=-3,237$, $Z = -3,181$ com $p=0,001$ respectivamente). O tempo de balanço apenas revelou diferenças significativas na comparação da marcha sem tarefa com a marcha com tarefa aritmética ($Z=-3,181$ $p=0,001$). No que concerne a estes três parâmetros não existe muita informação disponível nos estudos consultados, se consideramos as características associadas ao padrão de marcha sob a condição de dupla tarefa, os resultados são consistentes, uma vez que o esperado é que estes parâmetros aumentem devido à carga cognitiva que as tarefas cognitivas impõem durante a sua realização nos recursos cognitivos. No entanto, dois estudos registaram alterações, Hausdorff, J., Schweiger, A., Herman, T., (2008) observaram uma redução na média do tempo de balanço nas três tarefas que estudaram, mas um aumento na sua variabilidade, o que não está consistente com o nosso estudo. E Donoghue, O., Cronin, H., Savva, G., (2013) encontraram um aumento da percentagem do tempo de duplo apoio durante o ciclo de marcha, que embora não tenha abordado valores absolutos passíveis de comparação está em concordância com o presente estudo.

Os parâmetros espaciais durante a condição de dupla tarefa não demonstraram diferenças estatisticamente significativas comparativamente com a condição de marcha sem tarefa, diferindo dos resultados esperados. No entanto, verifica-se uma diminuição destes parâmetros durante a tarefa aritmética (comprimento da passada: $0,87 \pm 0,23$ m e largura da passada: $0,15 \pm 0,04$ m) comparativamente com a marcha sem tarefa (comprimento da passada: $0,94 \pm 0,17$ m e largura da passada: $0,16 \pm 0,03$ m). No que se refere ao comprimento da passada, também o estudo de Reelick, M., Kessels, R., Faes, M., (2011) registou diminuições neste parâmetro durante a tarefa aritmética e tendo os estudos de Kelly, V., Schrager, M., Price, R., (2008) e de Donoghue, O., Cronin, H., Savva, G., (2013) registado reduções deste parâmetro durante a tarefa de fluência verbal. De salientar que houve um estudo que, sob a condição de dupla tarefa durante a marcha a uma velocidade auto-seleccionada, registou um aumento do comprimento da passada no grupo de idosos em estudo, contrariamente aos nossos resultados (Agner, S., Berner, J., Brühlhart, Y., 2015).

A largura da passada apresentou diminuições semelhantes ao nosso estudo, no estudo de Reelick, M., Kessels, R., Faes, M., (2011), uma vez que no nosso estudo ocorreram poucas variações deste parâmetro à semelhança do estudo supramencionado. Foram ainda registadas diminuições nos estudos de Kelly, V., Schrager, M., Price, R., (2008), Hollman, J., Childs, K., McNeil, M., (2010) e de Donoghue, O., Cronin, H., Savva, G., (2013) durante a tarefa

de fluência verbal o que não está consistente com os resultados do presente estudo, que demonstra maiores reduções durante a tarefa aritmética. Contudo estes resultados talvez se justifiquem pela diferença de metodologias ou pela complexidade das tarefas cognitivas usadas. Possivelmente a primeira explicação que poderíamos inferir para a justificação destes resultados obtidos seria a distância, como as tarefas cognitivas foram realizadas durante o mesmo ensaio significa que os parâmetros espaço-temporais para cada uma delas foram medidos apenas durante 5 metros, o que poderá ter condicionado o número de passos recolhidos.

Contudo, se os parâmetros temporais registaram diferenças significativas nas mesmas condições durante a condição de dupla tarefa, talvez esta inferência seja mais uma limitação do estudo do que propriamente uma justificação para este fato. Adicionalmente, os resultados dos estudos sobre este fato são contraditórios. Enquanto que, Najafi, B., Helbostad, J., Moe-Nilssen, R., (2009) depreendem que os parâmetros da marcha são diferentes sob uma distância curta (<10 m) ou sob uma distância longa (>20 m), sendo que nesta última a velocidade da passada aumentou 5,2% ($p<0,05$) em comparação com a distância curta, por outro lado, Hirashima *et al.*, (2015) demonstram no seu estudo, que executar uma dupla tarefa numa longa distância (60 metros) pode ser capaz de prever melhor as quedas em idosos que vivem na comunidade ($n=92$; média de idades $75,4\pm5,5$ anos) comparativamente com uma distância curta (< 40 metros).

Segundo, Besser M., Kmiecjak K., Schwartz, L., (1999) e Hollman, J., Childs, K., McNeil, M., (2010) enquanto que para medir a variabilidade dos parâmetros espaço-temporais são necessárias centenas de passos, para a recolha e medição dos parâmetros espaço-temporais são necessários entre 5 a 8 passos e 10 a 20 passos, respetivamente, de acordo com os estudos dos autores supramencionados, o que vai ao encontro dos resultados repostados por Haudorff, J., Edelberg, H., Mitchell, S., (1997). Este autor afirma que a variabilidade da marcha assume uma organização fractal em pessoal saudáveis, o que significa que a variabilidade ao longo de um pequeno número de passos é estatisticamente semelhante às variações que ocorrem ao longo de milhares de passos. Portanto, talvez a melhor explicação para os resultados obtidos se deva à complexidade das tarefas cognitivas.

Durante a condição de dupla tarefa, as características da tarefa cognitiva devem ser consideradas cuidadosamente (Beauchet *et al.*, 2009) pois as modificações nos parâmetros espaço-temporais da marcha vão depender da intensidade das interferências cognitivas-motoras no desempenho da marcha (Beauchet, O. & Berrut, G., 2006). Contudo, como os recursos cognitivos são limitados e dado que nos idosos durante a marcha estes recursos são necessários para compensar os défices sensoriais e motores associados ao envelhecimento, numa situação de dupla tarefa, os recursos cognitivos alocados para a locomoção deixam de estar disponíveis para a execução de outras tarefas (Beurskens, R. & Bock, O., 2012).

Neste sentido, apenas uma tarefa cognitiva que exija uma carga executiva adicional à tarefa de marcha, conseguirá provocar maiores alterações (Laessoe, U., Hoeck, H., Simonsen, O., 2008). A diminuição do comprimento da passada está associada ao aumento da instabilidade ântero-posterior, enquanto que o aumento da largura da passada está associado ao aumento da instabilidade médio-lateral (Gabell, A. & Nayak, U., 1984; Maki, B., 1997; Krebs, D., Goldvasser, D., Lockert, J., 2002; Brach, J., Berlin, VanSwearingen, J., 2005; Ko *et al.*, 2007). Portanto, talvez uma tarefa com uma carga executiva maior comparativamente com as duas tarefas cognitivas empregadas nesse estudo conseguisse provocar maiores instabilidades ântero-posterior e médio-lateral e, nesse sentido, comparativamente com a marcha normal (sem tarefa) versus a marcha sob a condição de dupla tarefa (com tarefas cognitivas), os parâmetros espaciais, nomeadamente o comprimento da passada e a largura da passada, apresentassem maiores diferenças significativas.

Adicionalmente, quando comparamos os valores médios medidos durante a marcha normal (sem tarefa) dos parâmetros comprimento da passada e da largura da passada de acordo com a faixa etária da amostra e diferenciada por géneros com os dados normativos propostos por Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a) (Apêndice H), verificamos que o comprimento da passada apresenta uma diminuição comparativamente com os valores normativos (comprimento da passada durante a marcha normal: H: $0,99 \pm 0,20$ m; M: $0,93 \pm 0,17$; Valores normativos: H: $1,37 \pm 0,12$ m; M: $1,18 \pm 0,15$ m) e que a largura da passada comparativamente com os valores normativos apresenta um aumento (largura da passada durante a marcha normal: H: $0,20 \pm 0,020$ m; M: $0,16 \pm 0,019$ m; Valores normativos: H:

0,089±0,052 m; M: 0,077±0,04 m). Estes resultados não só estão consistentes com a literatura, demonstrando que indivíduos idosos caminham com passos mais curtos e com uma base de sustentação mais alargada como também sustentam a hipótese formulada anteriormente.

Outra explicação para os resultados obtidos ao nível dos parâmetros espaciais depreende-se com características inerentes ao sistema de análise cinemática 3D utilizado, o Xsens® MVN. Primariamente, no seu estudo Zhang, J., Novak, A., Brouwer, B., (2013), advertem-nos sobre a precisão da estimação das amplitudes articulares ocorridas tanto no plano frontal (Adução/abdução) como no plano transversal (rotação interna/rotação externa) aquando da comparação deste sistema com outros sistemas baseados em câmeras ou protocolos. Secundariamente, durante as medições quantitativas existem erros experimentais inerentes ao processo que não só poderão ter limitado como condicionado os resultados obtidos (Schwartz, M., Trost, J., Werve, R., 2004). Os sensores inerciais são negativamente influenciados pela presença de materiais ferromagnéticos nas estruturas arquitetónicas próximas ao sensor, pois estas alteram o campo magnético da terra, causando imperfeições na leitura dos magnetómetros e portanto, na estimativa da orientação do sensor (Roetenberg, D., Baten, C., Veltink, P., 2007; Saber-Sheikh, K., Bryant, E., Glazzard, C., 2010; Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013), o que poderá ter limitado a precisão dos dados, sendo fundamental considerar este aspeto aquando da análise dos resultados deste estudo. Os movimentos ativos (contração muscular) ou os movimentos passivos (deslocamento da pele) também poderão ter provocado mudanças na posição ou orientação dos segmentos em torno de uma articulação o que influencia negativamente as medições (Kavanagh, J. & Menz, H., 2008; Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P., 2013). Por fim, medições antropométricas inconsistentes também poderão ter contribuído para estimativas imprecisas da posição dos segmentos corporais (McGinley, J., Baker, R., Wolfe, R., 2009), sendo este outro aspeto a ter em consideração durante a análise crítica deste trabalho.

Quando comparadas entre si, as duas tarefas cognitivas não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre os parâmetros espaço-temporais estudados, sendo estes resultados incongruentes com a literatura consultada. De acordo com Al-Yahya, E., Dawes, H., Smith, L., (2011) e Beauchet *et al.*, (2005a, 2005b), as tarefas que envolvem fatores de

interferência interna, como as tarefas aritméticas, parecem perturbar mais o desempenho da marcha comparativamente com as tarefas que envolvem fatores de interferência externos. A tarefa de fluência verbal depende da memória semântica enquanto que a tarefa aritmética depende da memória de trabalho, as quais estão diretamente relacionadas com as funções executivas (Nordin, E., Moe-Nilssen, R., Ramnemark, A., 2010; Beauchet *et al.*, 2005a, 2005b). Durante a condição de dupla tarefa, as funções executivas são usadas para coordenar as duas tarefas, contudo como a tarefa aritmética é mais complexa, exige maior atenção, neste sentido seria de esperar que durante a sua realização os parâmetros espaço-temporais variassem mais em comparação com a tarefa de fluência verbal (Beauchet *et al.*, 2005a, 2005b). Outra explicação reside no fato de ambas as tarefas serem rítmicas. Assim, ao interferirem com a marcha, o cérebro tende a igualar os ritmos das duas tarefas imprimindo um padrão rítmico na marcha através da regulação dos passos (Beauchet *et al.*, 2009; Plummer-D'Amato, P., Altmann, L., Reilly, K., 2011).

Foram incluídas diferentes tarefas cognitivas neste estudo para proporcionar diferentes níveis de dificuldade e aumentar a variabilidade dos parâmetros espaço-temporais, contudo dado que não foram encontradas diferenças significativas entre as duas tarefas cognitivas, podemos depreender que estas foram demasiado fáceis. Durante a condição de dupla tarefa, tanto a marcha como a tarefa cognitiva exigem atenção, neste sentido quando os limites de recursos cognitivos são excedidos, as alterações da marcha ficam mais evidentes pois a atenção é priorizada no sentido de desempenhar melhor a tarefa cognitiva. Contudo, como o grau de dificuldade entre as duas tarefas cognitivas era similar, visto que 80,0% da amostra pertencia ao intervalo de escolaridade de 3-6 anos, nenhuma das duas tarefas cognitivas conseguiu provocar uma maior solicitação de atenção que conseguisse provocar mais distúrbios nos parâmetros espaço-temporais. Ressalva-se ainda o fato dos pontos de corte do MMSE variarem com a idade e nível de escolaridade, sendo a precisão baixa naqueles indivíduos com baixa escolaridade (Narasimhalu, K., Lee, J., Auchus, A., 2008).

Embora a educação seja um fator importante na inferência cognitiva-motora, segundo Plummer D'Amato *et al.*, (2012), esta influência apenas ocorre na cognição e não na marcha. Portanto, um nível de educação mais elevado leva a menos erros de processamento cognitivo aumentando os recursos cognitivos durante as duplas tarefas independentemente da

difículdade da tarefa cognitiva ou da tarefa de marcha, reduzindo a suscetibilidade da interferência cognitiva-motora sob a condição de dupla tarefa.

Do mesmo modo, Beauchet *et al.*, (2005b) no seu estudo comparando o efeito de duas tarefas cognitivas (tarefa aritmética e de fluência verbal) no desempenho da marcha em 30 idosos considerados frágeis, não encontrou diferenças significativas entre as duas tarefas cognitivas (tarefa aritmética: $p=0,13$ e tarefa de fluência verbal: $p=0,407$). Similarmente, Menant, J., Schoene, D., Sarofim, M., (2014) na sua revisão sistemática não encontraram diferenças significativas entre a marcha sem tarefa e a marcha com tarefa secundária nos estudos que usaram tarefas cognitivas aritméticas ou de fluência verbal.

Outro dado importante na análise deste trabalho refere-se ao MMSE. Embora a pontuação total tenha sido elevada ($29,07 \pm 1,28$ pontos em 30), o que demonstra que os idosos constituintes desta amostra são cognitivamente saudáveis, estes resultados devem ser interpretados com cautela face às limitações inerentes a este instrumento. Nomeadamente, a baixa sensibilidade na identificação de estádios de declínio cognitivo mais leves, o que conduz a uma elevada taxa de falsos negativos, a relativa incapacidade para diferenciar distintas condições clínicas e a ausência de tarefas para avaliar as funções executivas tornando questionável a utilização deste teste como instrumento isolado de rastreio cognitivo (Freitas, S., Alves, L., Simões, M., 2013). Segundo os resultados da revisão sistemática de Mitchell, A., (2009) este instrumento apresenta um valor preditivo positivo na deteção de indivíduos com DCL de 37,0%, com mais de 80,0% de falsos negativos e um valor preditivo negativo de 83,2% de excluir indivíduos com DCL. Em conclusão, este autor afirma que o MMSE não deve ser usado isoladamente na avaliação do DCL.

De acordo com a literatura consultada, as funções executivas estão intimamente relacionadas com o desempenho da marcha e das tarefas cognitivas sob a condição de dupla tarefa (Beauchet, O. & Berrut, G., 2006; Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015).

Deste modo, um teste das funções executivas talvez permita explicar os resultados obtidos e deve ser incluído numa avaliação da mobilidade geriátrica, pois as alterações da marcha e as disfunções executivas estão intimamente correlacionadas (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015). O MoCA (Montreal Cognitive Assessment, Nasreddine *et al.*, 2005) apresenta-se

como um teste cognitivo mais sensível que o MMSE às formas ligeiras de declínio cognitivo e nos últimos anos tem sido alvo de vários estudos que comprovam a sua eficácia e precisão no rastreio cognitivo. Contrariamente ao MMSE, o MoCA avalia as funções cognitivas incluindo itens para as funções executivas, apresenta maior nível de exigência e complexidade das tarefas (Freitas, S., Alves, L., Simões, M., 2013). Este instrumento proporciona uma avaliação mais complexa e exigente das funções cognitivas potenciando a sensibilidade dos seus resultados aos estádios de défice cognitivo mais ligeiros e uma melhor adequação do rastreio cognitivo dos indivíduos com escolaridade mais elevada (Freitas, S., Alves, L., Simões, M., 2013). Este instrumento encontra-se adaptado transculturalmente para a população portuguesa (Freitas, S., Simões, M., Martins, C., 2010), sendo recomendado o seu uso em estudos futuros.

Mais ainda, no seu estudo Buracchio, T., Dodge, H., Howieson, D., (2010) demonstraram numa amostra constituída por 204 idosos saudáveis (média de idades=79,0±8,8 anos) avaliados durante um período de 20 anos que as alterações da marcha antecedem o aparecimento das alterações cognitivas em 12,1 anos (95%, IC=8,1 a desconhecido com $p<0,001$). Neste sentido, dado que na amostra em estudo foram detetadas alterações da marcha podemos inferir que daqui a um máximo de 12 anos, em média, irão ter alterações cognitivas. Contudo, como as alterações da marcha durante a condição de dupla tarefa estão relacionadas como um declínio nas funções executivas (Bridenbaugh, S. & Kressing, R., 2015), podemos concluir que à data das medições dos parâmetros espaço-temporais sob a condição de dupla-tarefa, os sujeitos constituintes desta amostra já apresentavam alterações cognitivas, nomeadamente nas funções executivas.

Na análise crítica deste trabalho de investigação são de considerar algumas limitações inerentes, nomeadamente: (1) o pequeno tamanho da amostra, que não permite a generalização dos resultados à população-alvo; contudo em estudos descritivos onde o objetivo é descrever os conhecimentos de um dado domínio geralmente pequenas amostras são suficientes para obter a informação necessária sobre o fenómeno em estudo (Morse, 1991 citado por Fortin, M., Côté, J., Filion, F., 2009); (2) a amostragem por conveniência face à proximidade geográfica constitui um viés de seleção, pois permite escolher indivíduos

facilmente acessíveis e que respondem aos critérios de inclusão propostos, podendo ser um fator condicionante nos resultados obtidos porque os participantes apresentavam características muito semelhantes; (3) equidade no número de participantes homens e mulheres que deveria ser o mesmo evitando que as diferenças morfológicas corporais tivessem impacto nos resultados (Kelly, V., Schrager, M., Price, R., 2008); (4) o medo associado à utilização dos sensores inerciais criou nos participantes alguma ansiedade, o que também poderá ter influenciado os resultados; embora estivéssemos num contexto familiar próximo às condições reais, durante a recolha dos dados a investigadora teve a perceção de que os idosos não caminharam como caminham no seu dia-a-dia e a grande maioria, embora executassem as tarefas cognitivas no melhor das suas capacidades, também o fizeram no menor tempo possível como justificação para não usarem os sensores inerciais durante muito tempo.

Embora os resultados não possam ser generalizados à população-alvo, agora que se comprovou que os resultados dentro ou fora do laboratório sob a condição de dupla tarefa são semelhantes, novos estudos podem ser desenvolvidos com o intuito de aplicar estes resultados na prática clínica. Futuramente seria relevante a realização de um estudo prospetivo longitudinal que contemplasse uma amostra da população-alvo maior, um percurso com uma distância maior e tarefas cognitivas mais complexas. Este estudo teria como objetivo examinar as alterações dos parâmetros espaço-temporais ao longo de um determinado tempo, em diferentes grupos etários de idosos através do uso de *smartphones*. Dado que estes equipamentos possuem acelerómetros, seria possível registar-se as diferenças entre os parâmetros espaço-temporais antes e após uma determinada tarefa, bem como antes de uma queda ocorrer. Todos os dados registados seriam analisados e comparados com os valores normativos definidos para os vários grupos etários avaliados por Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a) e uma pontuação média alerta seria calculada para a probabilidade do risco de queda face às alterações nos parâmetros espaço-temporais.

Os resultados deste estudo poderão a médio-prazo ser uma medida viável para quantificar o risco de queda em ambientes clínicos e até no dia-a-dia, permitindo assim uma intervenção

atempadamente na detecção precoce das alterações da marcha e cognitivas com o intuito de prevenir algumas quedas.

Como os valores médios dos parâmetros espaço-temporais são suscetíveis aos fatores ambientais, em estudos futuros recomenda-se a análise dos parâmetros espaço-temporais quanto à sua variabilidade, nomeadamente o comprimento do passo e a velocidade da marcha, pois têm sido identificados como melhores marcadores na previsão de quedas em idosos (Menz, H., Latt, M., Tiedmann, A., 2004; Hollman, J., Salamon, K., Priest, A., 2004; Hausdorff, J., Schweiger, A., Herman, T., 2008). Ressalva-se também a importância da avaliação dos parâmetros espaço-temporais quanto à sua variabilidade, pois são medidas potencialmente úteis na detecção precoce de quedas, particularmente as quedas recorrentes, porque estas estão mais relacionadas com fatores de risco intrínsecos do que com fatores de risco isolados (Bloem, B., Steijns, J., Smits-Engelsman, B., 2003).

6. CONCLUSÃO

Dos demais estudos publicados na literatura associados à temática das duplas tarefas, nenhum analisou os parâmetros espaço-temporais fora do laboratório. Este estudo conseguiu colmatar esta lacuna, pois de acordo com os resultados obtidos, o sistema ambulatório de análise de marcha, Xsens® MVN conseguiu medir as alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha existentes na amostra em estudo e que se tornaram mais evidentes durante a condição de dupla tarefa, assumindo-se assim como um método viável para a medição dos parâmetros espaço-temporais em condições reais na prática clínica.

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que claramente as diferenças não estão entre as duas tarefas cognitivas, mas sim entre a marcha com a introdução de tarefas cognitivas e a marcha sem a introdução de tarefas cognitivas. É interessante verificar que essas diferenças são encontradas nos parâmetros temporais e nunca nos parâmetros espaciais. No que respeita aos parâmetros espaço-temporais, as diferenças encontradas, apenas nos parâmetros temporais face à comparação da marcha sem tarefa com a marcha com tarefas cognitivas, levam a supor que o nível de complexidade das tarefas cognitivas escolhidas, independente do nível de escolaridade dos indivíduos da amostra, deveria ter sido maior para obrigar a mais alterações tanto nos parâmetros espaciais como durante ambas as tarefas cognitivas usadas.

Embora esta amostra se considere saudável devido à ausência de comorbilidades associadas ao processo de envelhecimento, apresenta fatores de risco, como o historial de quedas após os 65 anos e a extensa terapêutica medicamentosa que os torna particularmente suscetíveis à ocorrência de queda. Adicionalmente, este estudo assume particular relevância porque se numa pequena amostra de idosos como a utilizada neste grupo foram evidentes alterações nos parâmetros espaço-temporais durante a marcha sem tarefa comparativamente com os valores de referência padrão, o mesmo poderá acontecer com outros idosos. Neste sentido, este estudo vem ressaltar ainda mais a importância de um diagnóstico e deteção precoce das

alterações da marcha junto da população idosa, para que possamos o mais cedo possível intervir na minimização ou prevenção destes défices.

Outro achado importante deste estudo depreende-se com a escala do MMSE. Embora através desta escala os indivíduos, tenham sido classificados como cognitivamente saudáveis face à elevada pontuação obtida, estes resultados devem ser interpretados com cautela devido às limitações inerentes a este instrumento. Contudo, como os participantes desta amostra apresentaram alterações da marcha e, como se sabe, as alterações da marcha medidas sob a condição de dupla tarefa estão associadas com um declínio das funções executivas, podemos inferir considerando os resultados do estudo de Buracchio, T., Dodge, H., Howieson, D., (2010) que daqui a um máximo de doze anos, em média, estes indivíduos irão ter alterações cognitivas mais evidentes do que aquelas que apresentam momentaneamente.

Apesar das limitações inerentes à realização deste estudo anteriormente referidas, o mesmo apresenta-se como uma mais-valia pelo seu cariz inovador na avaliação dos parâmetros espaço-temporais sob a condição de dupla tarefa fora do laboratório. Este trabalho permitiu demonstrar que não só o Xsens® MVN é sensível as alterações da marcha quando introduzimos tarefas cognitivas em contexto ambulatório, como a sua utilização poderá ser útil na deteção precoce das manifestações clínicas da marcha associadas ao processo de envelhecimento na prática clínica.

Estes resultados, embora não possam ser generalizados à população-alvo devido ao reduzido tamanho da amostra, comprovam que a análise dos parâmetros espaço-temporais sob a condição de dupla tarefa pode ser medida fora do laboratório e com resultados semelhantes aos estudos realizados no laboratório. Reúnem-se agora condições para o estudo e desenvolvimento de medidas de prevenção mais efetivas e atempadas para detetar precocemente não só as disfunções do foro músculo-esquelético, como também a nível cognitivo, com recurso a equipamentos que facilmente medem os parâmetros da cinemática linear, como o Xsens® MVN.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agner, S., Berner, J., Brühlhart, Y. (2015). Spatiotemporal gait parameters during dual task walking in need of care elderly and young adults. A cross-sectional study. *Z Gerontol Geriatr*, 48(8), 740-746.
- Al-Yahya, E., Dawes, H., Smith, L. (2011). Cognitive motor interference while walking: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(3), 715-728.
- Alexander, N. & Goldberg, A. (2005). Gait Disorders: Search for multiple causes. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 72(7), 586-600.
- Allali, G., Assal, F., Kressing, R. (2008). Impact of Impaired Executive function on Gait Stability. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 26(4), 364-369.
- Ambrose, A., Paul, G., Hausdorff, J. (2013). Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas* (75), 51-61.
- Aminian, K., Najafi, B., Büla, C. (2002). Spatio-temporal parameters of gait measured by an ambulatory system using miniature gyroscopes. *J Biomech*, 35(5), 689-699.
- Beauchet *et al.*, (2002). Étude de l'influence d'une tâche cognitive explicite sur les paramètres spatio-temporels de la marche du sujet âgé fragile. *La Presse Médicale* 31(24),1117-1122.
- Beauchet *et al.*, (2008a). Does change in gait while counting backward predict the occurrence of a first fall in older adults? *Gerontology*, 54 (4), 217-223.
- Beauchet *et al.*, (2009). Stops walking while talking: a predictor of falls in older adults? *European Journal of Neurology*, 16 (7), 786-795.

Beauchet, O. & Berrut, G. (2006). Marche et double tâche : définition, intérêts et perspectives chez le sujet âgé. *Psychol NeuroPsychiatr Vieil*, 4(3), 215-225.

Beauchet, O., Annweiler, C., Allali, A. (2008b). Recurrent Falls and Dual Task-Related Decrease in Walking Speed: Is there a Relationship? *J Am Geriatr Soc*, 56(7), 1265-1269

Beauchet, O., Dubost, V., Aminian, K. (2005a). Dual-Task-Related Gait Changes in the Elderly: Does the Type of Cognitive Task Matter?. *Journal of Motor Behavior*, 37(4), 259-264.

Beauchet, O., Dubost, V., Gonthier, R. (2005b). Dual-Task-Related Gait Changes in Transitionally Frail Older Adults: The Type of the Walking-Associated Cognitive Task Matters. *Gerontology*, 51, 48-52.

Bellusci, G., Roetenberg, D., Dijkstra, F. (2011). XSENS MVN Motion Grid: Drift-Free Human Motion Tracking Using Tightly Coupled Ultra-Wideband and Miniature Inertial Sensors. *Xsens Technologies*.

Besser M., Kmiecik K., Schwartz, L. (1999). Representation of temporal spatial gait parameters using means in adults without impairment. *Gait & Posture*, 9, 113.

Beurskens, R. & Bock, O. (2012). Age-Related Deficits of Dual-Task Walking: A Review. *Hindawi Publishing Corporation Neural Plasticity*. ID 131608, 1-9.

Beurskens, R. & Bock, O. (2013). Does the walking task matter? Influence of different walking conditions on dual-task performances in young and older persons. *Human Movement Science*, 32 (6), 1456-1466.

Bloem, B., Steijns, J., Smits-Engelsman, B. (2003). An update to falls. *Curr Opin Neurol*, 16(1), 15-26.

Bonita, R., Beaglehole, R., Kjellström, T. (2006). *Basic Epidemiology* (2nd edition). Geneva: World Health Organization.

Bootsma-van der Wiel, A., Gussekloo, J., de Craen, A. (2003). Walking and talking as predictors of falls in the general population: the Leiden 85-Plus Study. *J Am Geriatr Soc*, 51, 1466–1471.

Brach, J., Berlin, J., VanSwearingen, J. (2005). Too much or too little step width variability is associated with a fall history in older persons who walk at or near normal gait speed. *J Neuroengineering Rehabil*, 2, 21.

Bridenbaugh, S. & Kressing, R. (2011). Laboratory Review: The Role of Gait Analysis in Seniors' Mobility and Falls Prevention. *Gerontology*, 57(3), 256-264.

Bridenbaugh, S. & Kressing, R. (2014). Quantitative gait disturbances in older adults with cognitive impairments. *Curr Pharm Des*, 20(19), 3165,3172.

Bridenbaugh, S. & Kressing, R. (2015). Motor cognitive dual tasking: early detection of gait impairment, fall, risk and cognitive decline. *Z Gerontol Geriatr*, 48 (1), 15-2.

Buracchio, T., Dodge, H., Howieson, D. (2010). The Trajectory of Gait Speed Preceding Mild Cognitive Impairment. *Arch Neurol*, 67(8), 980-986.

Cimolin, V. & Galli, M., (2008). Summary measure for clinical gait analysis: A literature review. *Gait & Posture*, 39(1), 1005-1010.

Cohen, J., Verghese, J., Zwerling, J. (2016). Cognition and Gait in Older People. *Maturitas*, 93,73-77.

Culhane, K., Connor, M., Lyons, D. (2005). Accelerometers in rehabilitation medicine for older adults. *Age and Ageing*, 34(), 446-560.

Dinu, R. Bidiugan, F., Natta, N. (2012). Preliminary study of Accuracy and reliability of high-speed human-motion tracking using miniature inertial sensors, *Procedia Eng*. 34, 790–794.

DeLisa, J. (1998). *Gait Analysis in the Science of Rehabilitation*. Department of Veterans

Affairs.

Donoghue, O., Cronin, H., Savva, G. (2013). Effects of fear of falling and activity restriction on normal and dual task walking in community dwelling older adults. *Gait & Posture*, 38, 120-124.

Dorfman *et al.* (2014). Dual-task training on a treadmill to improve gait and cognitive function in elderly idiopathic fallers. *J Neurol Phys Ther*, 38(4), 246-253.

Dubost *et al.* (2006). Relationships between dual-task related changes in stride velocity and stride time variability in healthy older adults. *Human Movement Science*, 25(3), 372-382.

Folstein, M., Folstein, S., McHugh, P. (1975). "Mini-Mental State". A practical method for grading the cognitive state of patients for clinician. *J Psychiatr Res*, 12(3), 189-198.

Fortin, M., Côté, J., Filion, F. (2009). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. (Trad: Nídia Salgueiro). Loures: Lusodidacta.

Freitas, S., Alves, L., Simões, M. (2013). Importância do Rastreio Cognitivo na População Idosa. *Revista Eletrónica de Psicologia, Educação e Saúde*, 3(1), 4-23.

Freitas, S., Simões, M., Alves, L. (2015). The Relevance of Sociodemographic and Health Variables on MMSE Normative Data. *Applied Neuropsychology: Adult*, 22(4), 311-319.

Freitas, S., Simões, M., Martins, C. (2010). Estudos de Adaptação do Montreal Cognitive Assessment (MoCA) para a População Portuguesa. *Avaliação Psicológica*, 9 (3), 345-357.

Gabell, A. & Nayak, U. (1984). The Effect of Age on Variability in Gait. *Journal of Gerontology*, 39(6), 662-666.

Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M. (1994). Adaptação à população portuguesa da tradução do "Mini Mental State Examination" (MMSE). *Revista Portuguesa de Neurologia*, (1), 9-10.

Hamacher, D., Hamacher, D., Schega, L. (2016). Effect of dual task on gait variability in walking to auditory cues in older and young individuals. *Exp Brain Res*, 23(12), 3555-3563.

- Hamacher, D., Singh, N., Van Dieën, J. (2011). Kinematic measures for assessing gait stability in elderly individuals: a systematic review. *J R Soc Interface*, 7, 8 (65),1682-1698.
- Haudorff, J., Edelberg, H., Mitchell, S. (1997). Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil*, 78(3), 278-283.
- Hausdorff, J., Rios, D., Edelberg, H. (2001). Gait Variability and Falls Risk in Community-Living Older Adults: A 1-Year Prospective Study. *Arch Phys Med Rehabil*, 82, 1050-1056.
- Hausdorff, J., Schweiger, A., Herman, T. (2008). Dual-task decrements in gait: contributing factors among healthy older adults. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*, 63(12),1335-1343.
- Herman, T., Mirelman, A., Giladi, N., (2010). Executive Control Deficits as a Prodrome to Falls in Healthy Older Adults: A Prospective Study Linking Thinking, Walking, and Falling. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 65A (10), 1086-1092.
- Herrero, A., Velilla, N., Renedo, F. (2011). Deterioro cognitivo y riesgo de caída em el anciano. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 46(6), 311-318.
- Hicks, C. (2006). *Métodos de Investigação para Terapeutas Clínicos Concepção de Projectos de Aplicação e Análise*. (3ª edição). Loures: Lusociência.
- Hirashima, K., Higuchi, Y., Todo, M. (2015). Dual-tasking over an extended walking distance is associated with falls among community-dwelling older adults. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 643-648.
- Hollman, J., Salamon, K., Priest, A. (2004). Age-related differences in stride-to-stride variability during dual task walking: a pilot study. *J Geriatr Phys Ther*, 27(3), 83-87.
- Hollman, J., Kovash, F., Kubik, J. (2007). Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait & Posture*, 26(1),113- 119.
- Hollman, J., Childs, K., McNeil, M. (2010). Number of strides required for reliable

measurements of pace, rhythm and variability parameters of gait during normal and dual task walking in older individuals. *Gait & Posture*, 32(1), 23-28.

Hollman, J., McDade, E., Petersen, R. (2011a). Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait & Posture*, 34(1), 111-118.

Hollman, J., Youdas, J., Lanzino, D. (2011b). Gender Differences in Dual Task Gait Performance in Older Adults. *American Journal of Men's Health*, 5(1), 11-17.

Holtzer, R., Verghese, J., Xue, X. (2006). Cognitive processes related to gait velocity: results from the Einstein Aging Study. *Neuropsychology*, 20(2), 215-223.

Holtzer, R., Wang, C., Verghese, J. (2012). The Relationship Between Attention and Gait in Aging: Facts and Fallacies. *Motor Control*, 16(1), 64-80.

Hsu, C., Nagamatsu, J., Davis, J. (2012). Examining the relationship between specific cognitive processes and falls risk in older adults: a systematic review. *Osteoporos Int*, 23(10), 2409-2424.

Inattibiemi, S., Jokelainen, J., Luukinen, H. (2009). Falls risk among a very old home-dwelling population. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 27 (1), 25-30.

Instituto Nacional de Estatística (2012). *Censos 2011 Resultados definitivos - Portugal*. Lisboa: INE, I.P.

Jerome, G., Ko, S., Kauffman, D. (2015). Gait characteristics associated with walking speed decline in older adults: Results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 60, 239-243.

Kallin, K., Lundin-Olsson, L., Jensen, J., (2002). Predisposing and precipitating factors for falls among older people in residential care. *Public Health*, 116(5), 263-271.

Kavanagh, J. & Menz, H. (2008). Accelerometry: a technique for quantifying movement patterns during walking. *Gait & Posture*, 28(1), 1-15.

Kelly, V., Schrage, M., Price, R. (2008). Age-Associated Effects of a Concurrent Cognitive Task on Gait Speed and Stability During Narrow-Base Walking. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 63(12), 1329-1334.

Ko *et al.* (2007). Stride width discriminates gait of side-fallers compared to other directed fallers during overground walking. *J Aging Health*, 19(2), 200-212.

Krebs, D., Goldyasser, D., Lockert, J. (2002). Is base of support greater in unsteady gait? *Phys Ther*, 82(2), 138-147.

Kressing, R. & Beauchet, O. (2006). Guidelines for clinical applications of spatio-temporal gait analysis in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, 18(2), 174-176.

Laessle, U., Hoeck, H., Simonsen, O. (2008). Residual attentional capacity amongst young and elderly during dual and triple task walking. *Human Movement Science*, 27(3), 496-512.

Li, K., Lindenberger, U., Freund, A. (2001). Walking while memorizing: age-related differences in compensatory behavior. *Psychol Sci*, 12(2), 230-237.

Ling, M. & Ling, K. (2016). Walking While Performing Working Memory Tasks Changes the Prefrontal Cortex Hemodynamic Activations and Gait Kinematics. *Front Behav Neurosci*, 10, 92.

Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., Gustafson, Y. (1997). "Stops walking while talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet*, 349(9052), 617.

Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., Gustafson, Y. (1998). Attention, frailty, and falls: the effect of a manual task on basic mobility. *J Am Geriatr Soc*, 46, 758-761.

Maki, B. (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicator of fear?. *J. Am. Geriatr. Soc.* 45, 313–320.

Marôco, J. (2014). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (6ª edição). Pêro Pinheiro: ReportNumber.

McGinley, J., Baker, R., Wolfe, R. (2009). The reliability of three-dimensional kinematic gait measurements: a systematic review. *Gait & Posture*, 29(3),360-369.

Menant, J., Schoene, D., Sarofim, M. (2014). Single and dual task test of gait speed are equivalent in prediction of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 16, 83-104.

Menz, H., Latt, M., Tiedmann, A. (2004). Reliability of the GAITRite® walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait & Posture*, 20 (1), 20-25.

Mignardot *et al.*, (2014). Gait disturbances as specific predictive markers of the first fall onset in elderly people: a two-year prospective observational study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6(22), 1-13.

Mirelman *et al.* (2012). Executive Function and Falls in Older Adults: New Findings from a Five-Year Prospective Study Link Fall Risk to Cognition. *PLoS One*, 7(6), e40297.

Mitchell, A., (2009). A meta-analysis of the accuracy of the mini-mental State examination in the detection of dementia and mild cognitive impairment. *Journal of Psychiatric Research*, 43, 411-431.

Montero-Odasso *et al.* (2009). Quantitative gait analysis under dual-task in older people with mild cognitive impairment: a reliability study. *J Neuroeng Rehabil*, 6:35, 1-6.

Montero-Odasso, M., Muir, S., Speechley, M. (2012). Dual-Task Complexity Affects Gait in People With Mild Cognitive Impairment: The Interplay Between Gait Variability, Dual

Tasking, and Risk of Falls. *Arch Phys Med Rehabil*, 93(2),293-299.

Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C. (2009a). Novos Valores Normativos do Mini-Mental State Examination. *Sinapse*, 9(2), 19-25.

Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C. (2009b). Cut-off scores in MMSE: a moving target? *European Journal of Neurology*, 1-4.

Mortaza, N., Osman, N., Mehdikhani, N. (2014). Are the spatio-temporal parameters of gait capable of distinguishing a faller from a non-faller elderly? *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 50(6),677-691.

Muir-Hunter, S. & Winter, J. (2015). Dual-task testing to predict falls in community-dwelling older adults: a systematic review. *Physiotherapy*,102(1), 29-40.

Najafi, B., Helbostad, J., Moe-Nilssen, R. (2009). Does walking strategy in older people change as function of walking distance? *Gait & Posture*, 29(2), 261-266.

Narasimhalu, K., Lee, J., Auchus, A. (2008). Improving detection of dementia in Asian patients with low education: combining the Mini-Mental State Examination and the Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 25, 17–22.

Nasreddine *et al.*, (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*, 53(4), 695-699.

Nordin, E., Moe-Nilssen, R., Ramnemaek, A. (2010). Changes in step-width during dual-task walking predicts falls. *Gait & Posture*, 32(1),92-97.

Parihar, R., Mahoney, J., Verghese, J. (2013). Relationship of gait and cognition in the elderly. *Curr Transl Geriatr Gerontol Rep*, 1;2(3),1-11.

Patel, P., Lamar, M., Bhatt, T. (2014). Effect of type of cognitive task and walking speed on cognitive-motor interference during dual-task walking. *Neuroscience* 260, 140-148.

Pinto, A., (2006). Reflexão sobre o envelhecimento em Portugal. *Geriatrics*, 2 (11), 74-86.

Plummer-D'mato, P., Altmann, L., Reilly, K. (2011). Dual-task effects of spontaneous speech and executive function on gait in aging: exaggerated effects in slow walkers. *Gait & Posture* ;33(2), 233-237.

Plummer-D'Amato *et al.* (2012). Effects on Gait and Cognitive Task Difficulty on Cognitive-Motor Interference in Aging. *Journal of Aging Research*, (ID 583894),1-8.

Qu, X. (2014). Age-related cognitive task effects on gait characteristics: do different working memory components make a difference. *J Neuroeng Rehabil*, 11:149, 1-9.

Reelick, M., Iersel, M., Kessels, R. (2009). The influence of fear of falling on gait and balance in older people. *Age and Ageing*, 38, 435-440.

Reelick, M., Kessels, R., Faes, M. (2011). Increased intra-individual variability in stride length and reaction time in recurrent older fallers. *Aging Clin Exp Res*, 23(5-6), 393-399.

Roetenberg, D., Baten, C., Veltink, P. (2007). Estimating Body Segment Orientation by applying Inertial and Magnetic Sensing Near Ferromagnetic Materials. *IEE -Transactions on Neural System and Rehabilitation Engineering*, 15 (3), 469-471.

Roetenberg, D., Luinge, H., Slycke, P. (2013). Xsens MVN: Full 6DOF Human Motion Tracking Using Miniature Inertial Sensors. *Xsens Technologies*, 1-9.

Rubenstein, L. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Ageing*, (35-S2), ii37-ii41.

Saber-Sheikh, K., Bryant, E., Glazzard, C. (2010). Feasibility of using inertial sensors to assess human movement. *Man Ther*, 15(1),122-125.

Salzman, B. (2010). Gait and Balance Disorders in Older Adults. *American Family Physician*, 82 (1), 61-68.

Santana *et al.* (2016). Mini-Mental State Examination: Avaliação dos Novos Dados Normativos no Rastreio e Diagnóstico do Défice Cognitivo. *Acta Med Port*, 29(4), 240-248.

Schwartz, M., Trost, J., Wewey, R. (2004). Measurement and management of errors in quantitative gait data. *Gait & Posture*, 20(2), 196-203.

Simoni *et al.* (2013). Different motor tasks impact differently on cognitive performance of older persons during dual task tests. *Clin Biomech*, 28(6), 692-696.

Springer, S., Giladi, N., Peretz, C. (2006). Dual-Tasking Effects on Gait Variability: The Role of Aging, Falls, and Executive Function. *Movement Disorders*, 21(7), 950-957.

Stalenhoef, P., Diederiks, J., Knottnerus, J., (2002). A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: a prospective cohort study. *J Clin Epidemiol*, 55, 1088–1094.

Talbot, L., Musiol, R., Witham, E. (2005). Falls in young, middle-aged and older community-dwelling adults: perceived cause, environmental factors and injury. *BMC Public Health*, 18:5, 1-9.

Tanimoto, K., Anan, M., Sawada, T. (2016). The effects of altering attentional demands of gait control on the variability of the temporal and kinematic parameters. *Gait & Posture*, 47, 57-61.

Tao, W., Liu, T., Zheng, R. (2012). Gait Analysis Using Wearable Sensors. *Sensors*, 12(2), 2255-2283.

Thaler-Kall *et al.*, (2015). Description of spatio-temporal gait parameters in elderly people and their association with history of falls: results of the population-based cross-section KORA-Age study. *BMC Geriatrics*, 15(32), 1-8.

Tombaugh, T., & McIntyre, N. (1992). The Mini-Mental State Examination: A Comprehensive Review. *J Am Geriatr Soc*, 40(9), 922-935.

United Nations (2013). *World Population Ageing 2013*. Department of Economics and Social Affairs Population Division, ST/ESA/SER.A/348. New York: United Nations publication.

United Nations (2015). *World Population Ageing 2015*. Department of Economics and Social Affairs Population Division, ST/ESA/SER.A/390. New York: United Nations publication.

Verghese, J., Buschke, H., Viola, L., (2002). Validity of divided attention tasks in predicting falls in older individuals: a preliminary study. *J Am Geriatr Soc*, 50, 1572–1576.

Verghese, J., LeValley, A., Hall, C. (2006). Epidemiology of Gait Disorders in Community-Residing Older Adults. *J Am Geriatr Soc*, 54(2), 255-261.

Verghese, J., Wang, C., Lipton, R. (2007a). Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and dementia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 78(9): 929-935.

Verghese, J., Kuslansky, G., Holtzer, R. (2007b). Walking while talking: effect of task prioritization in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(1), 50-53.

Verhaeghen, P. & Cerella, J., (2002). Aging, Executive control, and attention: a review of meta-analyses. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 26, 849-857.

Whittle, M. (2007). *Gait Analysis – An Introduction* (4th edition). Philadelphia, USA: Elsevier Limited.

Woollacott, M., & Shumway-Cook, A., (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & Posture*, 16(1), 1-14.

World Health Organization (2000). *Obesity; preventing and managing the global epidemic*. Report of WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894, Geneva, p.9.

Yang, C., Hsu, Y., Shih, K. (2011). Real-Time Gait Cycle Parameter Recognition Using a Wearable Accelerometry System. *Sensors*, 11, 7314-7326.

Yogev-Seligmann, G., Rotem-Galili, Y., Mirelman, A. (2010). How Does Explicit Prioritization Alter Walking During Dual-Task Performance? Effects of Age and Sex on Gait Speed and Variability. *Physical Therapy*, 90(2), 177-186.

Zhang, J., Novak, A., Brouwer, B., (2013). Concurrent validation of Xsens MVN measurement of lower limb joint angular kinematics. *Physiol Meas.* 34(8), 63–69.

Zhou, H. & Hu, H. (2008). Human motion tracking for rehabilitation. *Biomedical Signal Processing and Control*, 3, 1-18.

Zijlstra, W. & Hof, A. (2003). Assessment of spatio-temporal gait parameters from trunk acceleration during human walking. *Gait & Posture*, 18(2),1-10.

7.1. Referências Bibliográficas Eletrónicas

Direcção-Geral da Saúde (2004), Programa Nacional para a Saúde das Pessoas Idosas. Acedido em 15/05/2015 através de http://www.ordemenfermeiros.pt/colegios/Documents/MCEER_CircularNormativaDGCG_ProgramanacionalSaudePessoasIdosas.pdf

Instituto Nacional de Estatística (2014). Projeções de população residente 2012-2060. Destaque, Informação à Comunidade. Acedido em 22/09/2016 através de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=208819970&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt

Instituto Nacional de Estatística (2015). Envelhecimento da população residente em Portugal e na União Europeia. Destaque, Informação à Comunidade. Acedido em 22/09/2016 através de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=224679354&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt

World Medical Association (2013). WMA Declaration of Helsinki-Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Acedido em 22/09/2016 através de <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>

APÊNDICES

Apêndice A – Pedido de autorização e respetiva resposta para a realização das recolhas no Centro Comunitário de São Sebastião – Setúbal.

Apêndice B – Carta explicativa do estudo aos participantes.

Apêndice C – Declaração de Consentimento Informado.

Apêndice D – Questionário de caracterização sociodemográfica, clínica e cognitiva da amostra.

Apêndice E – *Output PAWS Statistic* – Caracterização sociodemográfica e clínica da amostra.

Apêndice F – Resultados do Teste de Shapiro-Wilk e do Teste de Levene e respetivos *Outputs PAWS Statistic*.

Apêndice G – *Output PAWS Statistic* – Resultados do Teste de Friedman e do Wilcoxon *signed-rank test* com correção do teste *post-hoc* de Bonferroni para cada uma das variáveis estudadas e respetivos diagramas de caixa e bigodes.

Apêndice H – Comparação dos valores médios dos parâmetros espaço-temporais medidos durante a condição de marcha sem tarefa (*baseline*) com os valores normativos propostos por Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a) e respetivos *Outputs PAWS Statistic*.

APÊNDICE A
Pedido de autorização e respetiva resposta para a realização das recolhas no Centro
Comunitário de São Sebastião – Setúbal

Setúbal, 11 de Junho de 2015.

Excelentíssima Dra. Ana Ferreira, solicito a sua atenção para o seguinte,

O meu nome é Nádia Augusto, sou aluna do Mestrado em Fisioterapia-Especialização em Músculo-Esquelética, ministrado pela Escola Superior de Saúde de Setúbal. Neste momento, no âmbito da Unidade Curricular de Trabalho de Projeto, encontro-me a desenvolver a minha dissertação intitulada: “Efeito da introdução de tarefas cognitivas nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos medidos por um sistema ambulatório de análise cinemática 3D”, sob orientação da Professora Dra. Madalena Gomes da Silva e do Professor Dr. Ricardo Matias.

Este estudo pretende avaliar o efeito da introdução de tarefas cognitivas nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos, através de um sistema ambulatório de análise cinemática 3D fora do laboratório, com vista a descrever as relações existentes entre as variáveis em estudo. Correlacionado o papel preventivo da fisioterapia na deteção precoce das alterações da marcha associadas ao processo de envelhecimento sob a condição de dupla tarefa. Os dados serão medidos através da colocação de sensores em pontos específicos do corpo humano e posteriormente recolhidos e armazenados através do *software* de apoio ao sistema móvel utilizado. Para caracterizar a população será aplicado um breve questionário e para avaliar a sua capacidade cognitiva para a execução da tarefa cognitiva implícita, será aplicada a Escala do Mini-Exame do Estado Mental (versão adaptada para a população portuguesa).

Neste sentido, venho por este meio solicitar a sua colaboração neste estudo, nomeadamente na autorização para a realização da recolha de dados na vossa instituição e nos vossos utentes, bem como, na delineação da calendarização da realização das mesmas. Agradecendo antecipadamente a atenção de Vossa Excelência, apresento-lhe os meus melhores cumprimentos.

Atenciosamente,
Nádia Coimbra Augusto.

Nádia Coimbra Augusto.



Nadja Augusto <naa.fisio.augusto@gmail.com>

Questionamento sobre estado da autorização e datas possíveis

Centro Comunitário S. Sebastião | Setúbal <ccomunitario.ssebastiao@gmail.com>
Para: Nadja Augusto <naa.fisio.augusto@gmail.com>

16 de junho de 2015 às 17:16

Boa tarde!

Serve o presente para lhe dar conta que nos encontramos disponíveis para colaborar no seu estudo.
Gostaria que me informasse como pretende realizar a recolha dos dados e em que datas para podermos organizar.

Com os melhores cumprimentos

Ana Bordeira Ferreira
(Diretora Técnica)

[Citação ocultada]

Centro Comunitário S. Sebastião
Rua Gonçalo de Abreu nº9/11
Tel. 265 227 601 Fax. 265 548 143

APÊNDICE B
Carta explicativa do estudo aos participantes

Instituto Politécnico de Setúbal - Escola Superior de Saúde - Departamento de Fisioterapia

EFEITO DA INTRODUÇÃO DE TAREFAS COGNITIVAS NOS PARÂMETROS ESPÁCIO-TEMPORAIS DA MARCHA EM IDOSOS MEDIDOS POR UM SISTEMA AMBULATÓRIO DE ANÁLISE CINEMÁTICA 3D

CARTA EXPLICATIVA DO ESTUDO AOS PARTICIPANTES

Este estudo tem como objetivo avaliar o efeito da introdução de tarefas cognitivas nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos, através de um sistema ambulatório de análise cinemática 3D fora do laboratório. A informação recolhida poderá no futuro contribuir para o desenvolvimento de um sistema móvel que consiga auferir atempadamente através de variáveis indiretas o risco de queda e assim, contribuir para a redução da sua ocorrência.

Se aceitar participar no estudo, ser-lhe-á aplicado um pequeno questionário e uma escala, esta última que pretende avaliar o nível cognitivo. Posteriormente, ser-lhe-ão colocados sensores, que integram o sistema ambulatório de análise de marcha e ser-lhe-á pedido que caminhe ao longo de uma distância de 10 metros executando uma determinada tarefa cognitiva ao comando verbal do investigador.

A decisão de participar implica a autorização para utilização dos dados recolhidos durante a realização do presente estudo. Todo o material audiovisual e escrito recolhido será codificado e tratado de forma anónima e confidencial, sendo conservado à responsabilidade da Fisioterapeuta Nádia Augusto. A decisão de participar ou não no estudo é voluntária. O presente estudo não acarreta qualquer risco acrescido, nem qualquer tipo de benefício. Se decidir participar no estudo, poderá abandonar o mesmo em qualquer momento, sem ter que fornecer qualquer tipo de explicação.

Os resultados do estudo serão expostos no âmbito da apresentação do Trabalho de Projeto do Mestrado em Fisioterapia – Ramo das Condições Músculo-Esqueléticas, nunca sendo os participantes identificados de forma individual. Uma vez apresentados os resultados, os

dados originais serão destruídos. Caso surja alguma dúvida, ou necessite de informação adicional, por favor contacte: Nádia Augusto, através do e-mail **naa.fisio.augusto@gmail.com**.

APÊNDICE C
Declaração de Consentimento Informado

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Reconheço que os procedimentos de investigação descritos na carta anexa me foram explicados e as minhas questões foram esclarecidas de forma satisfatória. Compreendo que a participação no estudo não acarreta qualquer tipo de vantagens e/ou desvantagens potenciais. Compreendo igualmente que todos os dados recolhidos, incluindo as gravações efetuadas e o material escrito, durante a participação neste projeto de investigação serão unicamente para fins académicos, sendo destruídos após a conclusão do estudo.

Fui informado(a) que tenho o direito a recusar participar e que a minha recusa em fazê-lo não terá consequências para mim. Compreendo que tenho o direito de colocar agora e durante o desenvolvimento do estudo, qualquer questão relacionada com o mesmo. Compreendo que sou livre de, a qualquer momento abandonar o estudo sem ter de fornecer qualquer explicação.

Assim, declaro que aceito participar neste projeto de investigação, com salvaguarda da confidencialidade e anonimato sem prejuízo pessoal de cariz ético ou moral.

O Participante

_____, de _____ de 2015.

Fisioterapeuta responsável pelo estudo:

Nádia Augusto

APÊNDICE D
Questionário de caracterização sociodemográfica e clínica da amostra

Instituto Politécnico de Setúbal - Escola Superior de Saúde

Departamento de Fisioterapia

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA E CLÍNICA

Código ID: _____

Data do preenchimento: ____/____/____

DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS

1. Idade: _____ 2. Sexo: Masculino ☐ Feminino ☐

3. Peso (Kg): _____ 4. Altura (m): _____

5. Qual o seu Estado civil?

Solteiro (a) ☐ Casado (a) ☐ União de Fato ☐ Viúvo (a) ☐ Divorciado (a) ☐

6. Quantos anos de escolaridade têm?

0 a 2 anos ☐ 3 a 6 anos ☐ ≥ 7 anos ☐

DADOS CLÍNICOS

7. Já teve algum episódio de queda após os 65 anos? Sim ☐ Não ☐

7.1. Se sim, recorde-se de quantas quedas deu no último ano?

8. Toma medicação diariamente? Sim ☐ Não ☐

8.1. Se sim, qual/quais?

* Se algum dos medicamentos se incluir dentro dos grupos que afetam a marcha, nomeadamente, os Benzodiazepínicos (Hollman, J., Childs, K., McNeil, M., 2010; Hollman, J., Youdas, J., Lanzino, D., 2011b), os Opióides, os Antidepressivos, os Diuréticos e as Fenotiazinas (Rubenstein, L., 2006; Montero-Odasso, M., Muir, S., Speechley, M., 2012; Ambrose, A., Paul, G., Hausdorff, J., 2013), questionar ao utente se o tomou no dia da recolha.

9. Tem alguma condição cardiorrespiratória que altere a forma como anda?

Sim ☐ Não ☐

10.1. Se sim, qual? _____

10. Tem alguma destas condições neurológicas?

Alzheimer ☐

Parkinson ☐

Doença Cerebelar ☐

Mielopatia ☐

Sequelas de Acidente Vascular Cerebral (AVC) ☐

Neuropatia ☐

Nenhuma ☐

Outra ☐ Qual? _____

11. Sofre de algum problema de saúde a nível músculo-esquelético, nomeadamente na parte inferior das costas, na pélvis ou nos membros inferiores que altere a forma como anda? Sim ☐ Não ☐

12. Usa algum tipo de auxílio na marcha (auxiliares de marcha)? Sim ☐ Não ☐

Obrigada pela sua colaboração!

Apêndice E
***Output PAWS Statistic* – Caracterização sociodemográfica, clínica e cognitiva da amostra**

RESULTADOS DA ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS DE CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA

1. Média e desvio-padrão do Género:

Género				
	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem cumulativa
Váli F	13	86,7	86,7	86,7
do M	2	13,3	13,3	100,0
Total	15	100,0	100,0	

2. Média e desvio-padrão da Idade:

Idade					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	15	65,00	84,00	75,7333	6,02929
N válido (listwise)	15				

3. Média e desvio-padrão do Índice de Massa Corporal (IMC):

Índice_de_Massa_Corporal					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
IMC	15	21,60	37,20	29,1600	4,07077
N válido (listwise)	15				

4. Média e desvio-padrão do Estado Civil:

Estado_Civil				
	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem cumulativa
Válido Casada	3	20,0	20,0	20,0
Casado	2	13,3	13,3	33,3
Divorciada	1	6,7	6,7	40,0

Viúva	9	60,0	60,0	100,0
Total	15	100,0	100,0	

5. Média e desvio-padrão dos Grupos de Escolaridade:

Grupo_de_Escolaridade					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem cumulativa
Válido	≥ 7	1	6,7	6,7	6,7
	0-2	2	13,3	13,3	20,0
	3-6	12	80,0	80,0	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

RESULTADOS DA ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS DE CARACTERIZAÇÃO CLÍNICA

1. Média e desvio-padrão dos Episódios de queda após os 65 anos:

Episódos_de_queda_após_65_anos					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem cumulativa
Válido	Não	7	46,7	46,7	46,7
	Sim	8	53,3	53,3	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

2. Média e desvio-padrão do número de quedas no último ano:

Número_de_quedas_no_último_ano				
	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem cumulativa
Válido 0	13	86,7	86,7	86,7
1	2	13,3	13,3	100,0
Total	15	100,0	100,0	

3. Média e desvio-padrão da Toma de Medicação diária:

Toma_de_Medicação_diária

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem cumulativa
Válido Sim	15	100,0	100,0	100,0

4. Média e desvio-padrão dos tipos de terapêutica medicamentosa:

Tipo_de_terapêutica_medicamentosa

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem cumulativa
Válido Analgésico	1	2,3	2,3	2,3
Anti-hipertensores	9	20,9	20,9	23,3
Anticoagulantes	6	14,0	14,0	37,2
Antidepressivos	3	7,0	7,0	44,2
Antidiabéticos orais/insulina injetável	4	9,3	9,3	53,5
Antidislipídicos	9	20,9	20,9	74,4
Hormonas da Tiróide e antitiroídeos	2	4,7	4,7	79,1
Medicamentos para gota	1	2,3	2,3	81,4
Medicamentos para patologia cardíaca	3	7,0	7,0	88,4
Medicamentos para patologia gástrica	2	4,7	4,7	93,0
Suplementos alimentares	3	7,0	7,0	100,0
Total	43	100,0	100,0	

RESULTADOS DA ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DOMÍNIOS COGNITIVOS E DA PONTUAÇÃO TOTAL DO MMSE

1. Média e desvio-padrão dos cinco domínios cognitivos e da pontuação total do MMSE:

MMSE

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Orientação	15	9	10	9,93	,258
Retenção	15	2	3	2,93	,258
Atenção_e_cálculo	15	5	5	5,00	,000
Evocação	15	0	3	2,40	,910
Linguagem	15	7	8	7,93	,258
Habilidade_Construtiva	15	0	1	,87	,352
Pontuação_total	15	26	30	29,07	1,280
N válido (listwise)	15				

2. Média e desvio-padrão das pontuações totais dos participantes de acordo com o intervalo de escolaridade:

0-2 anos

	Intervalo_de_escolaridade	Pontuação_total_mmse
N	Válido 2	2
	Omisso 0	0
Média		26,50
Desvio Padrão		,707

3-6 anos

	Intervalo_de_escolaridade	Pontuação_total_mmse
N	Válido 12	12
	Omisso 0	0
Média		29,50
Desvio Padrão		,798

≥ 7 anos

	Intervalo_de_escolaridade	Pontuação_total_mmse
N	Válido 1	1
	Omisso 0	0
Média		29,00

APÊNDICE F
Resultados do Teste de Shapiro-Wilk e do Teste de Levene e respectivos *Outputs*
PAWS Statistic

Por forma a confirmar a escolha da utilização de testes não paramétricos face aos testes paramétricos, os parâmetros espaço-temporais foram analisados quanto à presença de distribuição normal, através do Teste de Shapiro-Wilk ($n < 30$) e quanto à presença de homogeneidade de variâncias através do Teste de Levene (Maroco, J., 2014).

Deste modo, para averiguar a normalidade da distribuição de cada variável, recorreu-se ao Teste de Shapiro-Wilk ($n < 30$), tendo em conta as seguintes hipóteses: $H_0: x = N(\mu; \sigma)$ / $H_1: x \neq N(\mu; \sigma)$, apresentando-se os resultados sistematizados no quadro 6.

Normalidade das Variáveis				
		Marcha sem tarefa	Marcha com tarefa de fluência verbal	Marcha com tarefa aritmética
Velocidade da passada	Estatística de teste	0,929	0,948	0,918
	<i>p-value</i>	0,265	0,497	0,181
Comprimento da passada	Estatística de teste	0,918	0,936	0,918
	<i>p-value</i>	0,178	0,333	0,181
Largura da passada	Estatística de teste	0,964	0,921	0,923
	<i>p-value</i>	0,757	0,202	0,217
Cadência	Estatística de teste	0,915	0,896	0,929
	<i>p-value</i>	0,160	0,083	0,268
Tempo de Apoio	Estatística de teste	0,960	0,957	0,953
	<i>p-value</i>	0,686	0,644	0,570
Tempo de Balanço	Estatística de teste	0,976	0,947	0,973
	<i>p-value</i>	0,936	0,483	0,904
Tempo de Duplo Apoio	Estatística de teste	0,913	0,941	0,925
	<i>p-value</i>	0,151	0,398	0,229

Quadro 6 – Resultados do Teste de Shapiro-Wilk relativos à normalidade das variáveis em estudo para cada uma das condições estudadas.

Considerando os resultados obtidos, podemos verificar que todas as variáveis apresentam distribuição normal, sendo o $p > 0,05$. Dado que o pressuposto da normalidade da distribuição das variáveis se confirmou é necessário averiguar se estas apresentam homogeneidade das variâncias (Maroco, J., 2014).

A homogeneidade das variâncias foi testada através do Teste de Levene de acordo com as seguintes hipóteses: $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$ / $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$, podendo consultar-se os resultados no quadro 7.

Homogeneidade das Variâncias							
	Velocidade da passada	Comprimento da passada	Largura da passada	Cadência	Tempo de Apoio	Tempo de Balanço	Tempo de Duplo Apoio
<i>Estatística de teste</i>	1,162	1,315	0,243	3,714	5,983	0,609	7,757
<i>p-value</i>	0,323	0,279	0,785	0,033	0,005	0,549	0,001

Quadro 7 – Resultados do Teste de Levene com base na média relativos à homogeneidade das variáveis em estudo.

De acordo com os dados anteriormente apresentados, as variáveis, velocidade da passada, comprimento da passada, largura da passada e tempo de balanço apresentam homogeneidade das variâncias, pois $p > 0,05$, não permitindo rejeitar a hipótese nula. As variáveis cadência, tempo de apoio e tempo de duplo apoio não apresentam homogeneidade das variâncias, sendo que $p < 0,05$ para uma estatística de teste de 3,714, 5,983 e 7,757 respetivamente, permitindo rejeitar H_0 . Considerando os resultados dos Testes de Shapiro-Wilk e de Levene, verificamos que as variáveis, velocidade da passada, comprimento da passada e tempo de balanço, verificam os pressupostos relacionados com a aplicação de um teste paramétrico, contrariamente às variáveis cadência, tempo de apoio e tempo de duplo apoio. De acordo com Fortin, M., Côté, J., & Filion, F., (2009) na presença de uma amostra de tamanho reduzido deve optar-se por testes estatísticos não paramétricos. Neste sentido, considerando a comparação, a discussão dos resultados e o reduzido tamanho da amostra, optou-se por responder às questões em estudo através de testes não paramétricos.

OUTPUT *PAWS STATISTICS* – NORMALIDADE DAS VARIÁVEIS

Normalidade de variáveis para a condição de marcha sem tarefa (Grupo 1):

Testes de Normalidade^a

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Velocidade_da_passada	,168	15	,200*	,929	15	,265
Comprimento_da_passada	,153	15	,200*	,918	15	,178
Largura_da_passada	,141	15	,200*	,964	15	,757
Cadência	,237	15	,023	,915	15	,160
Tempo_de_Apoio	,175	15	,200*	,960	15	,686
Tempo_de_Balanço	,132	15	,200*	,976	15	,936
Tempo_de_Duplo_Apoio	,192	15	,141	,913	15	,151

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Grupos = 1

b. Correlação de Significância de Lilliefors

Normalidade de variáveis para a condição de marcha com tarefa de fluência verbal (Grupo 2):

Testes de Normalidade^a

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Velocidade_da_passada	,119	15	,200*	,948	15	,497
Comprimento_da_passada	,142	15	,200*	,936	15	,333
Largura_da_passada	,218	15	,053	,921	15	,202
Cadência	,180	15	,200*	,896	15	,083
Tempo_de_Apoio	,156	15	,200*	,957	15	,644
Tempo_de_Balanço	,221	15	,046	,947	15	,483
Tempo_de_Duplo_Apoio	,153	15	,200*	,941	15	,398

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Grupos = 2

b. Correlação de Significância de Lilliefors

Normalidade de variáveis para a condição de marcha com tarefa aritmética (Grupo 3):

Testes de Normalidade^a

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Velocidade_da_passada	,163	15	,200 [*]	,918	15	,181
Comprimento_da_passada	,179	15	,200 [*]	,918	15	,181
Largura_da_passada	,172	15	,200 [*]	,923	15	,217
Cadência	,221	15	,046	,929	15	,268
Tempo_de_Apoio	,116	15	,200 [*]	,953	15	,570
Tempo_de_Balanço	,120	15	,200 [*]	,973	15	,904
Tempo_de_Duplo_Apoio	,176	15	,200 [*]	,925	15	,229

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Grupos = 3

b. Correlação de Significância de Lilliefors

OUTPUT *PAWS STATISTICS* – HOMOGENEIDADE DAS VARIÂNCIAS

Teste de Homogeneidade de Variância

		Estatística de Levene	gl1	gl2	Sig.
Velocidade_da_passada	Com base em média	1,162	2	42	,323
	Com base em mediana	,788	2	42	,461
	Com base em mediana e com gl ajustado	,788	2	33,616	,463
	Com base em média aparada	1,077	2	42	,350
Comprimento_da_passada	Com base em média	1,315	2	42	,279
	Com base em mediana	,771	2	42	,469
	Com base em mediana e com gl ajustado	,771	2	32,764	,471
	Com base em média aparada	1,235	2	42	,301
Largura_da_passada	Com base em média	,243	2	42	,785
	Com base em mediana	,202	2	42	,818
	Com base em mediana e com gl ajustado	,202	2	38,561	,818
	Com base em média aparada	,213	2	42	,809
Cadência	Com base em média	3,714	2	42	,033
	Com base em mediana	1,379	2	42	,263
	Com base em mediana e com gl ajustado	1,379	2	28,512	,268

	Com base em média aparada	3,364	2	42	,044
Tempo_de_apoio	Com base em média	5,983	2	42	,005
	Com base em mediana	4,843	2	42	,013
	Com base em mediana e com gl ajustado	4,843	2	29,359	,015
	Com base em média aparada	5,858	2	42	,006
Tempo_de_balanço	Com base em média	,609	2	42	,549
	Com base em mediana	,475	2	42	,625
	Com base em mediana e com gl ajustado	,475	2	37,618	,625
	Com base em média aparada	,600	2	42	,553
Tempo_de_duplo_apoio	Com base em média	7,757	2	42	,001
	Com base em mediana	6,189	2	42	,004
	Com base em mediana e com gl ajustado	6,189	2	30,535	,006
	Com base em média aparada	7,561	2	42	,002

Apêndice G

Output PAWS Statistic – Resultados do Teste de Friedman e do Wilcoxon signed-rank test com correção do teste post-hoc de Bonferroni para cada uma das variáveis estudadas e respectivos diagramas de caixa e bigodes

1. VELOCIDADE DA PASSADA:⁷

Resultados do Teste de Friedman:

Estatística Descritiva								
	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25o.	50° (Mediana)	75°
Marcha_sem_tarefa_VP	15	,7896	,18780	,49	1,06	,5929	,8024	,9308
Marcha_tmemória_VP	15	,6174	,15005	,40	,99	,4984	,6002	,7377
Marcha_taritmética_VP	15	,5750	,22207	,28	1,08	,4045	,5175	,6942

Teste Friedman

Postos	
	Posto Médio
Marcha_sem_tarefa_VP	2,67
Marcha_tmemória_VP	1,87
Marcha_taritmética_VP	1,47

Estatísticas de teste ^a	
N	15
Qui-quadrado	11,200
gl	2
Significância Assint.	,004

a. Teste Friedman

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As distribuições de Marcha_sem_tarefa_VP, Marcha_tmemória_VP and Marcha_taritmética_VP são as mesmas.	Análise de Variância de Dois fatores de Friedman por Postos de Amostras Relacionadas	,004	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

⁷ De realçar que o item “marcha_tmemória” corresponde à marcha com a tarefa de fluência verbal.

Resultados do Wilcoxon *signed-rank test* com correção do teste *post-hoc* de Bonferroni:

Teste de Postos Assinados por Wilcoxon

Postos

		N	Posto Médio	Soma de Postos
Marcha_tmemória_VP - Marcha_sem_tarefa_VP	Postos Negativos	12 ^a	9,42	113,00
	Postos Positivos	3 ^b	2,33	7,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		
Marcha_taritmética_VP - Marcha_sem_tarefa_VP	Postos Negativos	13 ^d	8,62	112,00
	Postos Positivos	2 ^e	4,00	8,00
	Empates	0 ^f		
	Total	15		
Marcha_taritmética_VP - Marcha_tmemória_VP	Postos Negativos	10 ^g	8,30	83,00
	Postos Positivos	5 ^h	7,40	37,00
	Empates	0 ⁱ		
	Total	15		

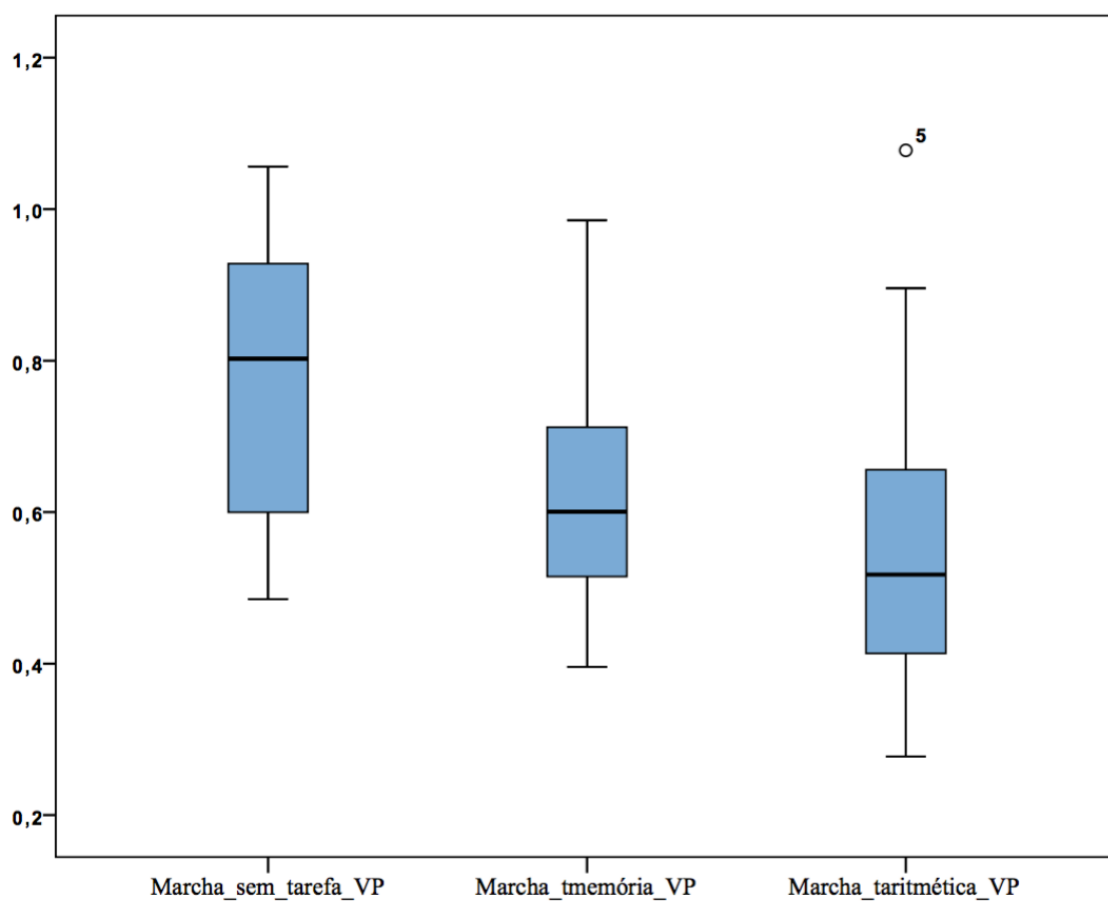
- a. Marcha_tmemória_VP < Marcha_sem_tarefa_VP
- b. Marcha_tmemória_VP > Marcha_sem_tarefa_VP
- c. Marcha_tmemória_VP = Marcha_sem_tarefa_VP
- d. Marcha_taritmética_VP < Marcha_sem_tarefa_VP
- e. Marcha_taritmética_VP > Marcha_sem_tarefa_VP
- f. Marcha_taritmética_VP = Marcha_sem_tarefa_VP
- g. Marcha_taritmética_VP < Marcha_tmemória_VP
- h. Marcha_taritmética_VP > Marcha_tmemória_VP
- i. Marcha_taritmética_VP = Marcha_tmemória_VP

Estatísticas de teste^a

	Marcha_tmemória_VP - Marcha_sem_tarefa_VP	Marcha_taritmética_VP - Marcha_sem_tarefa_VP	Marcha_taritmética_VP - Marcha_tmemória_VP
Z	-3,010 ^b	-2,953 ^b	-1,306 ^b
Significância Assint. (Bilateral)	,003	,003	,191

- a. Teste de Postos Assinados por Wilcoxon
- b. Com base em postos positivos.

Diagrama de caixa e bigodes para a variável Velocidade da passada:



2. COMPRIMENTO DA PASSADA:

Resultados do Teste de Friedman:

Estatística Descritiva								
	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25o.	50° (Mediana)	75°
Marcha_sem_tarefa_CP	15	,9372	,16959	,65	1,14	,7753	,9611	1,1077
Marcha_tmemória_CP	15	,8795	,16806	,66	1,26	,7311	,8801	1,0000
Marcha_taritmética_CP	15	,8725	,22744	,60	1,33	,6891	,7876	1,0119

Teste Friedman

Postos

	Posto Médio
Marcha_sem_tarefa_CP	2,20
Marcha_tmemória_CP	1,87
Marcha_taritmética_CP	1,93

Estatísticas de teste^a

N	15
Qui-quadrado	,933
gl	2
Significância Assint.	,627

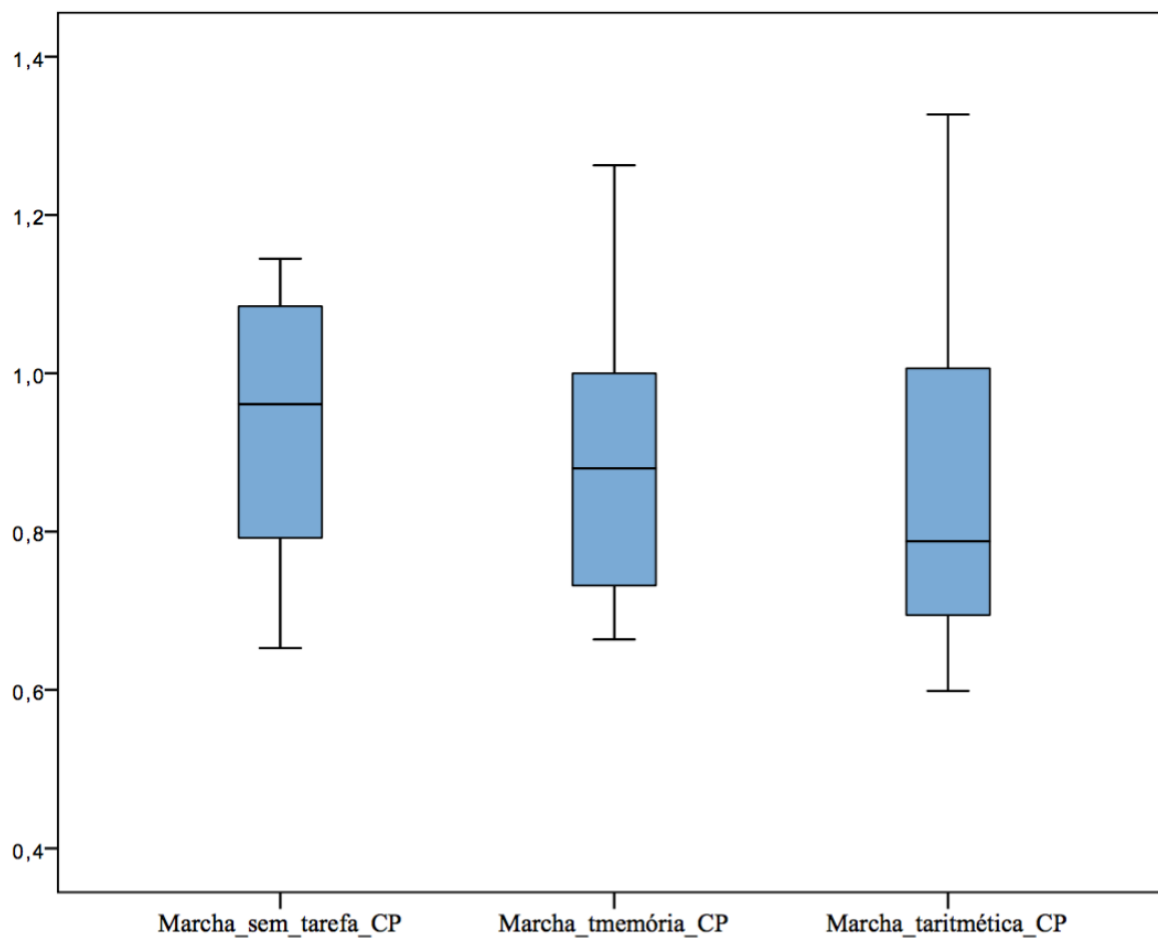
a. Teste Friedman

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As distribuições de Marcha_sem_tarefa_CP, Marcha_tmemória_CP and Marcha_taritmética_CP são as mesmas.	Análise de Variância de Dois fatores de Friedman por Postos de Amostras Relacionadas	,627	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Diagrama de caixa e bigodes para a variável Comprimento da passada:



3. LARGURA DA PASSADA:

Resultados do Teste de Friedman:

Estatística Descritiva								
	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25o.	50º (Mediana)	75º
Marcha_sem_tarefa_LP	15	,1592	,03257	,11	,22	,1392	,1564	,1808
Marcha_tmemória_LP	15	,1617	,04079	,06	,22	,1533	,1716	,1945
Marcha_taritmética_LP	15	,1495	,04262	,04	,20	,1237	,1543	,1803

Teste Friedman

Postos

	Posto Médio
Marcha_sem_tarefa_LP	1,93
Marcha_tmemória_LP	2,47
Marcha_taritmética_LP	1,60

Estatísticas de teste^a

N	15
Qui-quadrado	5,733
gl	2
Significância Assint.	,057

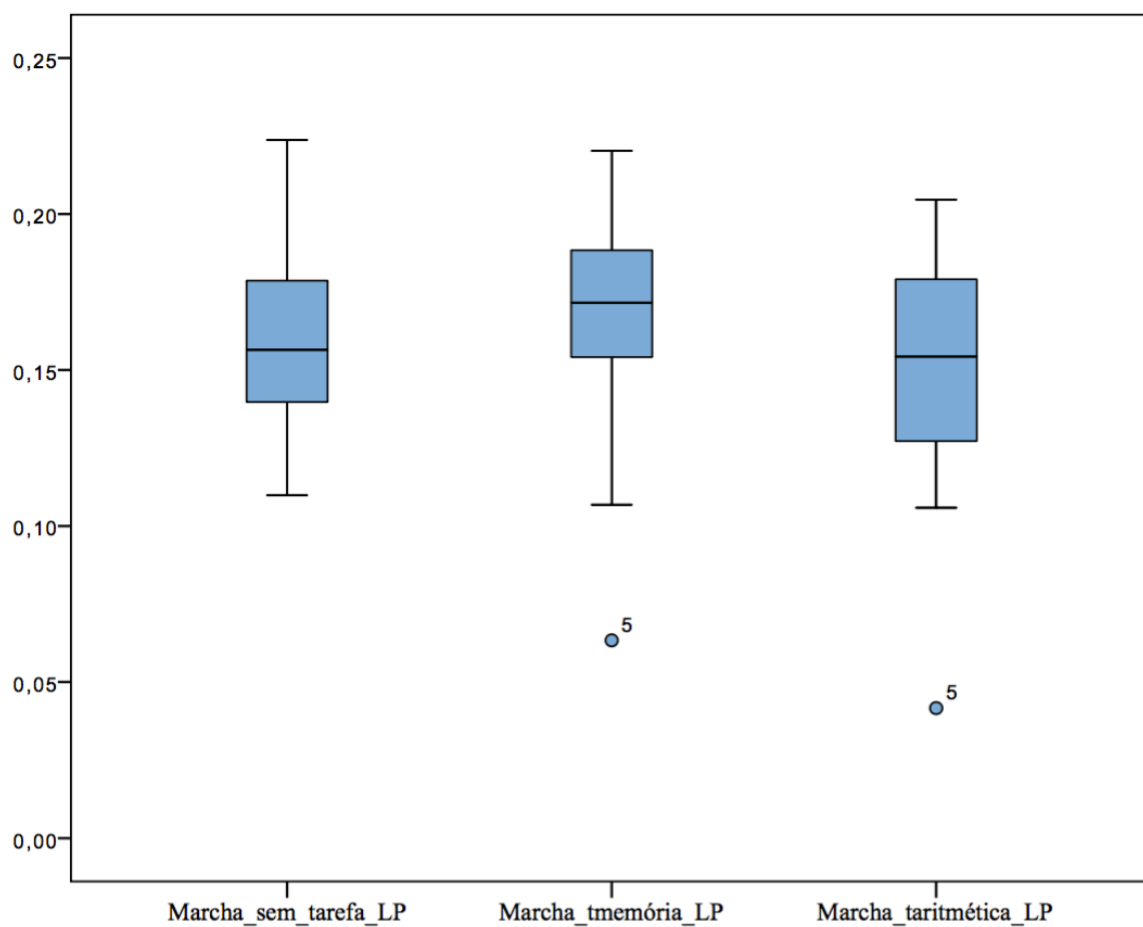
a. Teste Friedman

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As distribuições de Marcha_sem_tarefa_LP, Marcha_tmemória_LP and Marcha_taritmética_LP são as mesmas.	Análise de Variância de Dois fatores de Friedman por Postos de Amostras Relacionadas	,057	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Diagrama de caixa e bigodes para a variável Largura da passada:



4. CADÊNCIA:

Resultados do Teste de Friedman:

Estadística Descritiva

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25o.	50° (Mediana)	75°
Marcha_sem_tarefa_C	15	7,0333	1,51736	5,00	10,00	6,0000	6,5000	8,5000
Marcha_tmemória_C	15	3,5000	,88641	2,50	5,00	2,5000	3,5000	4,0000
Marcha_taritmética_C	15	3,9333	,88372	2,50	5,50	3,5000	3,5000	5,0000

Teste Friedman

Postos

	Posto Médio
Marcha_sem_tarefa_C	3,00
Marcha_tmemória_C	1,30
Marcha_taritmética_C	1,70

Estatísticas de teste^a

N	15
Qui-quadrado	24,102
gl	2
Significância Assint.	,000

a. Teste Friedman

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As distribuições de Marcha_sem_tarefa_C, Marcha_tmemória_C and Marcha_taritmética_C são as mesmas.	Análise de Variância de Dois fatores de Friedman por Postos de Amostras Relacionadas	,000	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Teste de Postos Assinados por Wilcoxon

Postos

		N	Posto Médio	Soma de Postos
Marcha_tmemória_C - Marcha_sem_tarefa_C	Postos Negativos	15 ^a	8,00	120,00
	Postos Positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		
Marcha_taritmética_C - Marcha_sem_tarefa_C	Postos Negativos	15 ^d	8,00	120,00
	Postos Positivos	0 ^e	,00	,00
	Empates	0 ^f		
	Total	15		
Marcha_taritmética_C - Marcha_tmemória_C	Postos Negativos	4 ^g	5,13	20,50
	Postos Positivos	10 ^h	8,45	84,50
	Empates	1 ⁱ		
	Total	15		

a. Marcha_tmemória_C < Marcha_sem_tarefa_C

b. Marcha_tmemória_C > Marcha_sem_tarefa_C

c. Marcha_tmemória_C = Marcha_sem_tarefa_C

d. Marcha_taritmética_C < Marcha_sem_tarefa_C

e. Marcha_taritmética_C > Marcha_sem_tarefa_C

f. Marcha_taritmética_C = Marcha_sem_tarefa_C

g. Marcha_taritmética_C < Marcha_tmemória_C

h. Marcha_taritmética_C > Marcha_tmemória_C

Estatísticas de teste^a

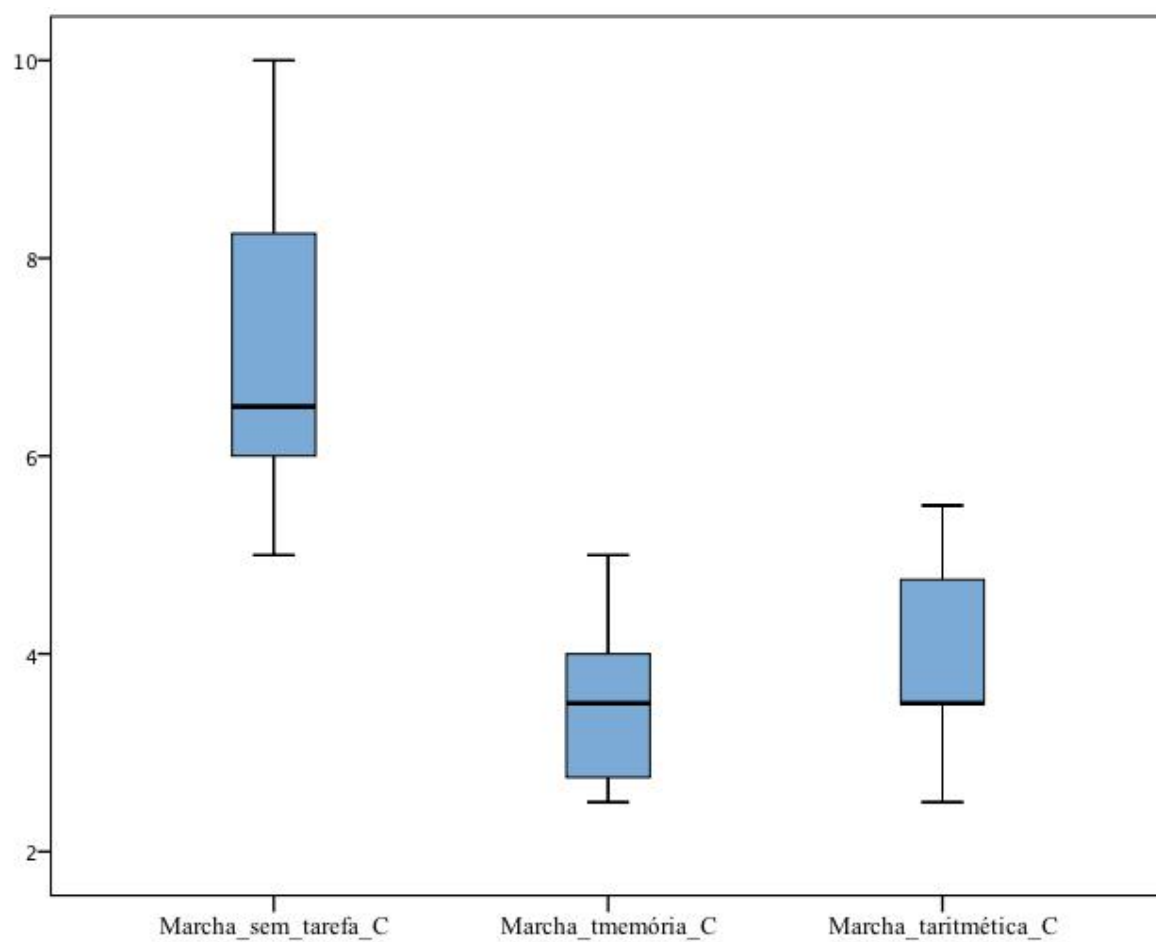
	Marcha_tmemória_C - Marcha_sem_tarefa_C	Marcha_taritmética_C - Marcha_sem_tarefa_C	Marcha_taritmética_C - Marcha_tmemória_C
Z	-3,436 ^b	-3,424 ^b	-2,055 ^c
Significância Assint. (Bilateral)	,001	,001	,040

a. Teste de Postos Assinados por Wilcoxon

b. Com base em postos positivos.

c. Com base em postos negativos.

Diagrama de caixa e bigodes para a variável Cadência:



5. TEMPO DE APOIO:

Resultados do Teste de Friedman:

Estatística Descritiva

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25o.	50º (Mediana)	75º
Marcha_sem_tarefa_TA	15	,7353	,10526	,54	,97	,7019	,7292	,7872
Marcha_tmemória_TA	15	,9129	,14426	,70	1,17	,8021	,9333	1,0014
Marcha_taritmética_TA	15	1,0178	,23706	,71	1,51	,8507	,9681	1,1736

Teste Friedman

Postos

	Posto Médio
Marcha_sem_tarefa_TA	1,07
Marcha_tmemória_TA	2,33
Marcha_taritmética_TA	2,60

Estatísticas de teste^a

N	15
Qui-quadrado	20,133
gl	2
Significância Assint.	,000

a. Teste Friedman

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As distribuições de Marcha_sem_tarefa_TA, Marcha_tmemória_TA and Marcha_taritmética_TA são as mesmas.	Análise de Variância de Dois fatores de Friedman por Postos de Amostras Relacionadas	,000	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Teste de Postos Assinados por Wilcoxon

Postos

		N	Posto Médio	Soma de Postos
Marcha_tmemória_TA - Marcha_sem_tarefa_TA	Postos Negativos	0 ^a	,00	,00
	Postos Positivos	15 ^b	8,00	120,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		
Marcha_taritmética_TA - Marcha_sem_tarefa_TA	Postos Negativos	1 ^d	3,00	3,00
	Postos Positivos	14 ^e	8,36	117,00
	Empates	0 ^f		
	Total	15		
Marcha_taritmética_TA - Marcha_tmemória_TA	Postos Negativos	5 ^g	6,60	33,00
	Postos Positivos	10 ^h	8,70	87,00
	Empates	0 ⁱ		
	Total	15		

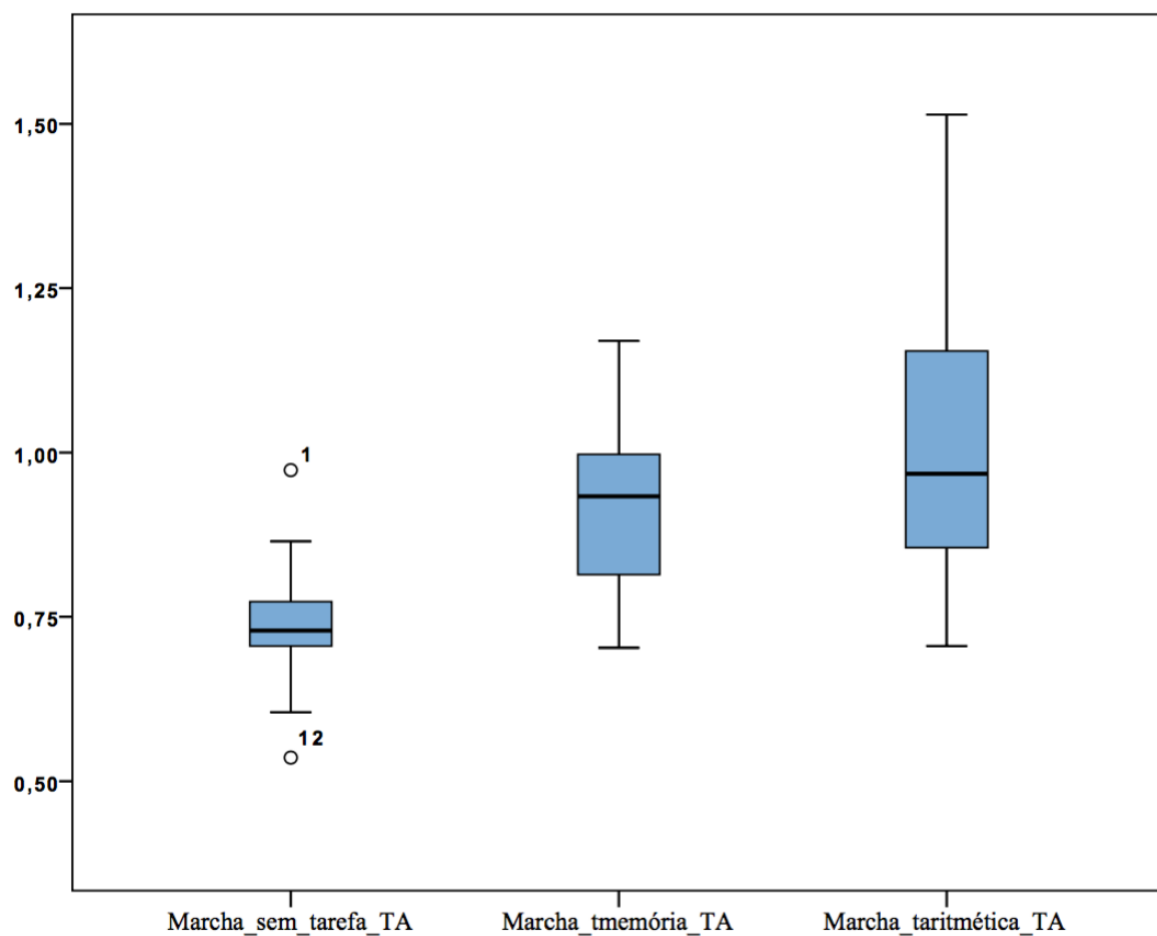
- a. Marcha_tmemória_TA < Marcha_sem_tarefa_TA
b. Marcha_tmemória_TA > Marcha_sem_tarefa_TA
c. Marcha_tmemória_TA = Marcha_sem_tarefa_TA
d. Marcha_taritmética_TA < Marcha_sem_tarefa_TA
e. Marcha_taritmética_TA > Marcha_sem_tarefa_TA
f. Marcha_taritmética_TA = Marcha_sem_tarefa_TA
g. Marcha_taritmética_TA < Marcha_tmemória_TA
h. Marcha_taritmética_TA > Marcha_tmemória_TA
i. Marcha_taritmética_TA = Marcha_tmemória_TA

Estatísticas de teste^a

	Marcha_tmemória_TA - Marcha_sem_tarefa_TA	Marcha_taritmética_TA - Marcha_sem_tarefa_TA	Marcha_taritmética_TA - Marcha_tmemória_TA
Z	-3,408 ^b	-3,237 ^b	-1,533 ^b
Significância Assint. (Bilateral)	,001	,001	,125

- a. Teste de Postos Assinados por Wilcoxon
b. Com base em postos negativos.

Diagrama de caixa e bigodes para a variável Tempo de Apoio:



6. TEMPO DE BALANÇO:

Resultados do Teste de Friedman:

Estatística Descritiva								
	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25o.	50° (Mediana)	75°
Marcha_sem_tarefa_TB	15	,4756	,06249	,36	,59	,4483	,4709	,5117
Marcha_tmemória_TB	15	,5421	,08450	,36	,70	,4854	,5458	,5975
Marcha_taritmética_TB	15	,5793	,08252	,43	,72	,5028	,5967	,6410

Teste Friedman

Postos

	Posto Médio
Marcha_sem_tarefa_TB	1,20
Marcha_tmemória_TB	2,07
Marcha_taritmética_TB	2,73

Estatísticas de teste^a

N	15
Qui-quadrado	17,733
gl	2
Significância Assint.	,000

a. Teste Friedman

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As distribuições de Marcha_sem_tarefa_TB, Marcha_tmemória_TB and Marcha_taritmética_TB são as mesmas.	Análise de Variância de Dois fatores de Friedman por Postos de Amostras Relacionadas	,000	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Teste de Postos Assinados por Wilcoxon

Postos

		N	Posto Médio	Soma de Postos
Marcha_tmemória_TB - Marcha_sem_tarefa_TB	Postos Negativos	2 ^a	4,50	9,00
	Postos Positivos	13 ^b	8,54	111,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		
Marcha_taritmética_TB - Marcha_sem_tarefa_TB	Postos Negativos	1 ^d	4,00	4,00
	Postos Positivos	14 ^e	8,29	116,00
	Empates	0 ^f		
	Total	15		
Marcha_taritmética_TB - Marcha_tmemória_TB	Postos Negativos	3 ^g	8,33	25,00
	Postos Positivos	12 ^h	7,92	95,00
	Empates	0 ⁱ		
	Total	15		

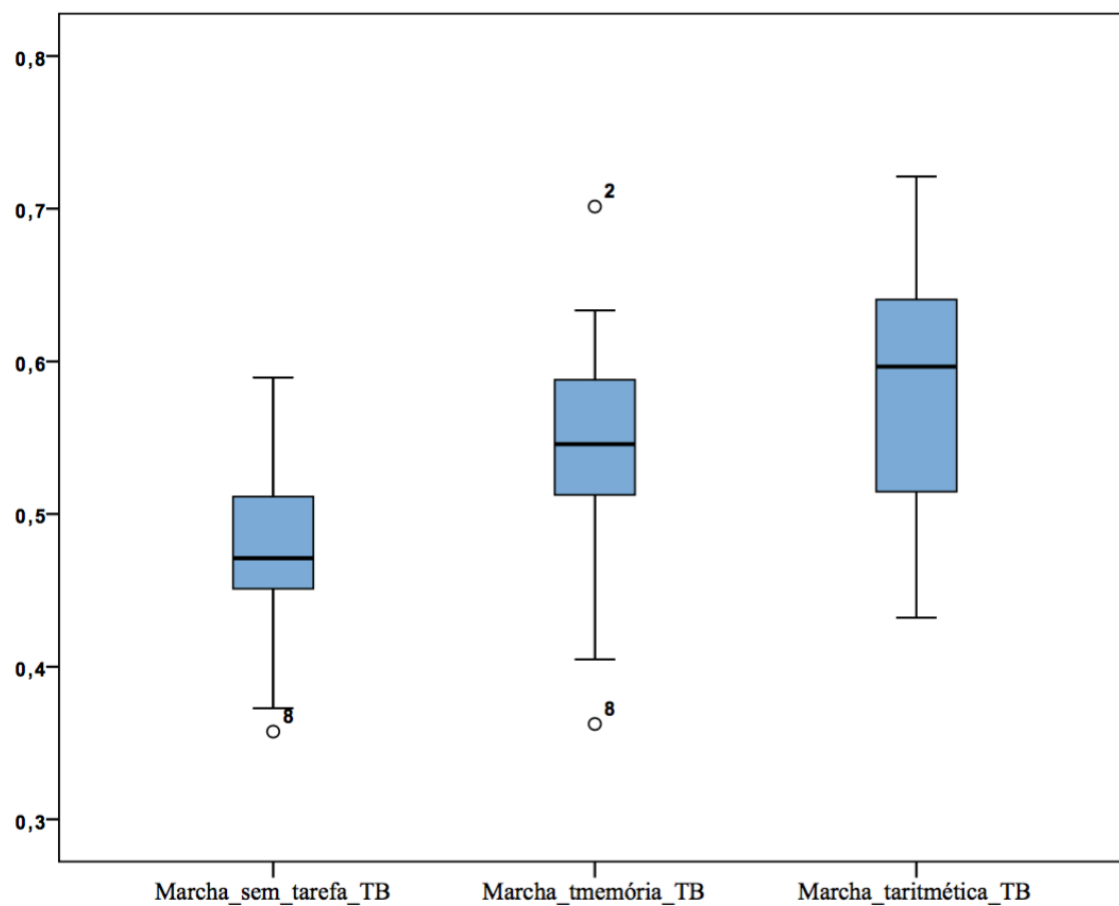
- a. Marcha_tmemória_TB < Marcha_sem_tarefa_TB
- b. Marcha_tmemória_TB > Marcha_sem_tarefa_TB
- c. Marcha_tmemória_TB = Marcha_sem_tarefa_TB
- d. Marcha_taritmética_TB < Marcha_sem_tarefa_TB
- e. Marcha_taritmética_TB > Marcha_sem_tarefa_TB
- f. Marcha_taritmética_TB = Marcha_sem_tarefa_TB
- g. Marcha_taritmética_TB < Marcha_tmemória_TB
- h. Marcha_taritmética_TB > Marcha_tmemória_TB
- i. Marcha_taritmética_TB = Marcha_tmemória_TB

Estatísticas de teste^a

	Marcha_tmemória_TB - Marcha_sem_tarefa_TB	Marcha_taritmética_TB - Marcha_sem_tarefa_TB	Marcha_taritmética_TB - Marcha_tmemória_TB
Z	-2,897 ^b	-3,181 ^b	-1,988 ^b
Significância Assint. (Bilateral)	,004	,001	,047

- a. Teste de Postos Assinados por Wilcoxon
- b. Com base em postos negativos.

Diagrama de caixa e bigodes para a variável Tempo de Balanço:



7. TEMPO DE DUPLO APOIO:

Resultados do Teste de Friedman:

Estatística Descritiva								
	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25o.	50° (Mediana)	75°
Marcha_sem_tarefa_TDA	15	,1322	,03594	,08	,20	,1075	,1299	,1542
Marcha_tmemória_TDA	15	,1867	,05063	,11	,31	,1500	,1969	,2135
Marcha_taritmética_TDA	15	,2229	,08938	,11	,41	,1566	,2045	,2670

Teste Friedman

Postos

	Posto Médio
Marcha_sem_tarefa_TDA	1,07
Marcha_tmemória_TDA	2,40
Marcha_taritmética_TDA	2,53

Estatísticas de teste^a

N	15
Qui-quadrado	19,733
gl	2
Significância Assint.	,000

a. Teste Friedman

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As distribuições de Marcha_sem_tarefa_TDA, Marcha_tmemória_TDA and Marcha_taritmética_TDA são as mesmas.	Análise de Variância de Dois fatores de Friedman por Postos de Amostras Relacionadas	,000	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Resultados do Wilcoxon *signed-rank test* com correção do teste *post-hoc* de Bonferroni:

Teste de Postos Assinados por Wilcoxon

Postos

		N	Posto Médio	Soma de Postos
Marcha_tmemória_TDA - Marcha_sem_tarefa_TDA	Postos Negativos	0 ^a	,00	,00
	Postos Positivos	15 ^b	8,00	120,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		
Marcha_taritmética_TDA - Marcha_sem_tarefa_TDA	Postos Negativos	1 ^d	4,00	4,00
	Postos Positivos	14 ^e	8,29	116,00
	Empates	0 ^f		
	Total	15		
Marcha_taritmética_TDA - Marcha_tmemória_TDA	Postos Negativos	6 ^g	6,33	38,00
	Postos Positivos	9 ^h	9,11	82,00
	Empates	0 ⁱ		
	Total	15		

a. Marcha_tmemória_TDA < Marcha_sem_tarefa_TDA

b. Marcha_tmemória_TDA > Marcha_sem_tarefa_TDA

c. Marcha_tmemória_TDA = Marcha_sem_tarefa_TDA

d. Marcha_taritmética_TDA < Marcha_sem_tarefa_TDA

e. Marcha_taritmética_TDA > Marcha_sem_tarefa_TDA

f. Marcha_taritmética_TDA = Marcha_sem_tarefa_TDA

g. Marcha_taritmética_TDA < Marcha_tmemória_TDA

h. Marcha_taritmética_TDA > Marcha_tmemória_TDA

i. Marcha_taritmética_TDA = Marcha_tmemória_TDA

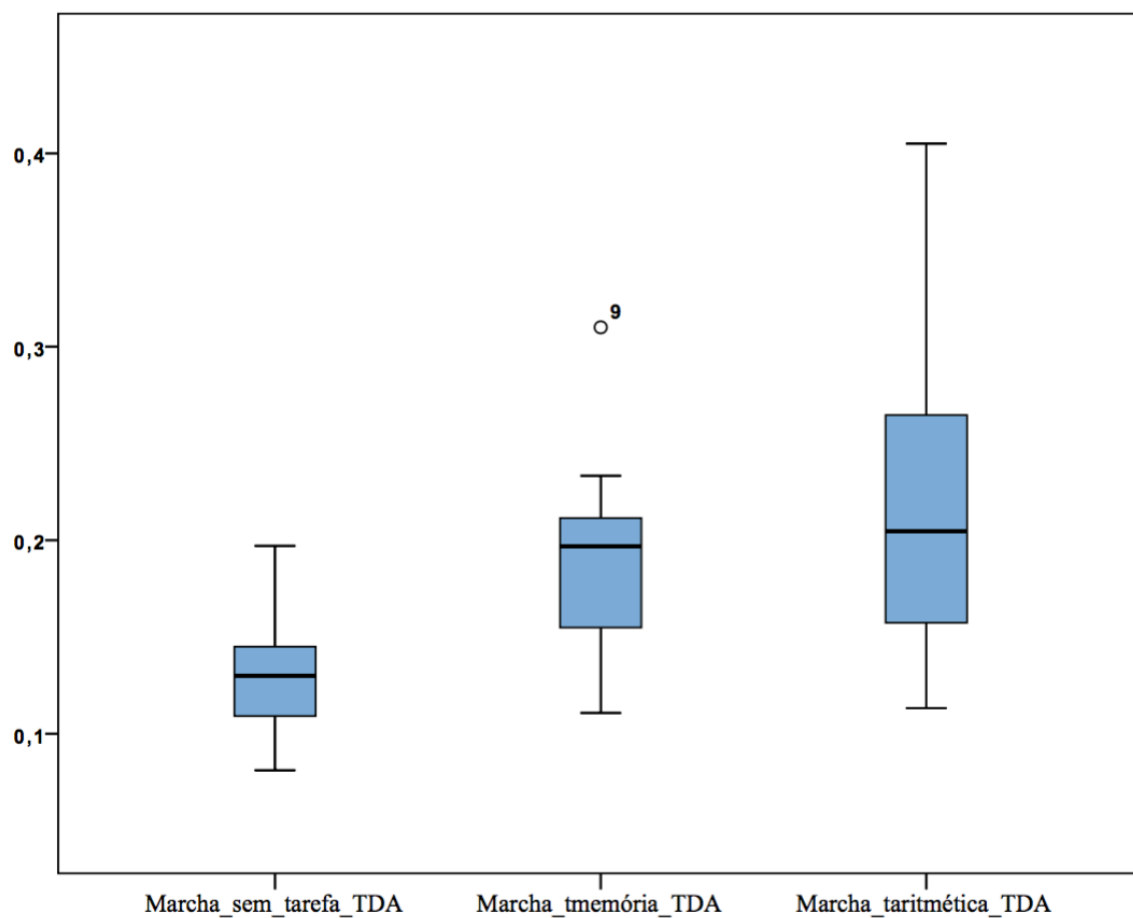
Estatísticas de teste^a

	Marcha_tmemória_TDA - Marcha_sem_tarefa_TDA	Marcha_taritmética_TDA - Marcha_sem_tarefa_TDA	Marcha_taritmética_TDA - Marcha_tmemória_TDA
Z	-3,408 ^b	-3,181 ^b	-1,250 ^b
Significância Assint. (Bilateral)	,001	,001	,211

a. Teste de Postos Assinados por Wilcoxon

b. Com base em postos negativos.

Diagrama de caixa e bigodes para a variável Tempo de Duplo Apoio:



APÊNDICE L

Comparação dos valores médios dos parâmetros espaço-temporais medidos durante a condição de marcha sem tarefa (*baseline*) com os valores normativos propostos por Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a) e respectivos *Output PAWS Statistic*

Variáveis em estudo	Homens (n=2)	Dados normativos para homens (75-79 anos) (Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a)	Mulheres (n=13)	Dados normativos para mulheres (75-79 anos) (Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a)
Velocidade da passada (m)	0,81±0,15	1,22±0,15	0,79±0,20	1,12±0,17
Comprimento da passada (m)	0,99±0,20	1,37±0,12	0,93±0,17	1,18±0,15
Largura da passada (m)	0,20±0,02	0,089±0,052	0,15±0,03	0,077±0,04
Cadência (n.º passos/min)	6,00±0,71	106±10	7,19±1,56	114±13
Tempo de Apoio (s)	0,75±0,02	0,72±0,06	0,73±0,11	0,67±0,08
Tempo de Balanço (s)	0,48±0,02	0,41±0,03	0,47±0,07	0,38±0,05
Tempo de Duplo Apoio (s)	0,13±0,00	0,30±0,04	0,13±0,04	0,30±0,06

Quadro 8- Comparação dos valores médios dos parâmetros espaço-temporais medidos durante a condição de marcha sem tarefa (*baseline*) com os valores normativos propostos por (Hollman, J., McDade, E., Petersen, R., (2011a).

**OUTPUT *PAWS STATISTICS* – RESULTADOS DA ESTATÍSTICA
DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS EM ESTUDO DURANTE A CONDIÇÃO DE
MARCHA SEM TAREFA (MARCHA NORMAL) NOS HOMENS**

Homens – Marcha Normal					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Velocidade_passada_homens	2	,71	,91	,8091	,14581
Comprimento_passada_homens	2	,85	1,14	,9937	,20256
Largura_passada_homens	2	,18	,21	,1953	,02047
Cadência_homens	2	5,50	6,50	6,0000	,70711
Tempo_apoio_homens	2	,73	,76	,7458	,01827
Tempo_balanço_homens	2	,47	,50	,4835	,01771
Tempo_duplo_apoio_homens	2	,13	,14	,1334	,00359

**OUTPUT *PAWS STATISTICS* – RESULTADOS DA ESTATÍSTICA
DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS EM ESTUDO DURANTE A CONDIÇÃO DE
MARCHA SEM TAREFA (MARCHA NORMAL) NAS MULHERES**

Mulheres – Marcha Normal					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Velocidade_passada_mulheres	13	,49	1,06	,7866	,19824
Comprimento_passada_mulheres	13	,65	1,14	,9285	,17182
Largura_passada_mulheres	13	,11	,22	,1536	,03084
Cadência_mulheres	13	5,00	10,00	7,1923	1,56176
Tempo_apoio_mulheres	13	,54	,97	,7337	,11348
Tempo_balanço_mulheres	13	,36	,59	,4743	,06721
Tempo_duplo_apoio_mulheres	13	,08	,20	,1320	,03880
N válido (listwise)	13				

ANEXOS

Anexo 1 – Versão portuguesa da Escala *Mini Mental State Examination* (Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., 1994).

Anexo 2 – Descrição dos parâmetros espaço-temporais estudados.

Anexo 1

Versão portuguesa da Escala *Mini Mental State Examination* (Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., 1994)

MINI MENTAL STATE EXAMINATION (MMSE) – MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

(Folstein, M., Folstein, S., McHugh, P., 1975, com adaptação de Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., 1994)

1. ORIENTAÇÃO:

“Vou lhe fazer algumas perguntas. A maior parte delas são fáceis, tente responder o melhor que for capaz. “ (Dar 1 ponto por cada resposta correta):

1. Em que ano estamos? _____
2. Em que mês estamos? _____
3. Em que dia do mês estamos? _____
4. Em que dia da semana estamos? _____
5. Em que estação do ano estamos? _____
6. Em que país estamos? _____
7. Em que distrito vive? _____
8. Em que terra vive? _____
9. Em que casa estamos? _____
10. Em andar estamos? _____

Nota: _____

2. RETENÇÃO:

“Vou dizer-lhe três palavras. Queria que as repetisse e que procurasse decorá-las porque dentro de alguns minutos vou pedir-lhe que me diga essas três palavras. “ As palavras são:

PÊRA

GATO

BOLA

“Repita as três palavras. “ (Dar 1 ponto por cada palavra correta):

PÊRA _____ GATO _____ BOLA _____

Nota: _____

3. ATENÇÃO E CÁLCULO:

“Agora peça-lhe que me diga quantos são 30 menos 3 e ao número encontrado volte a subtrair 3 até eu lhe dizer para parar. “ (Dar 1 ponto por cada palavra correta. Parar ao fim de 5 respostas. Se fizer um erro de subtração, mas continuando a subtrair corretamente partir do erro conta-se como um único erro):

(27) (24) (21) (18) (15)

Nota: _____

4. EVOCAÇÃO

(Só se efetua no caso de o sujeito ter aprendido as três palavras referidas anteriormente na prova de retenção)

“Recorde-se agora das três palavras que lhe pedi à pouco para repetir e veja se me consegue dizer quais são. “ (Dar 1 ponto por cada palavra correta):

PÊRA _____

GATO _____

BOLA _____

Nota: _____

5. LINGUAGEM (Dar 1 ponto por cada palavra correta):

a) Mostrar o relógio de pulso. “Como se chama isto? “

Nota: _____

b) Mostrar um lápis. “Como se chama isto? “

Nota: _____

c) Repetir a frase. “O rato rói a rolha. “

Nota: _____

d) “Vou dar-lhe uma folha de papel. Quando eu lhe entregar o papel, pegue nele com a sua mão direita, dobre-o ao meio e coloque-o no chão. “ (Dar 1 ponto por cada etapa bem executada, sendo a pontuação máxima é de 3 pontos):

Pega no papel com a mão direita _____

Dobra o papel ao meio_____

Nota:_____

Coloca o papel no chão_____

e) “Leia e cumpra o que diz neste cartão. “

Mostrar o cartão com a frase: “FECHE OS OLHOS. “ (Dar 1 ponto por cada realização correta):

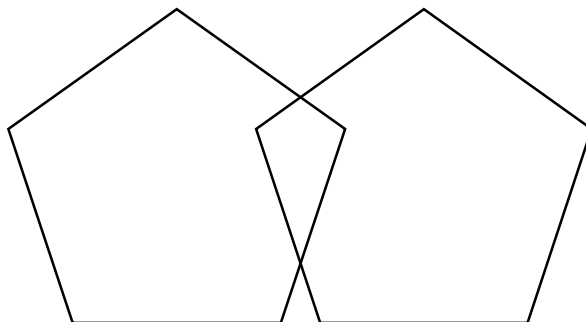
Nota:_____

f) “Escreva uma frase. “ (A frase deve ter sujeito, verbo e ter sentido para ser pontuada com 1 ponto. Erros gramaticais ou erros de trocas de letras não contam como erros).

Nota:_____

g) “Copie o desenho que lhe vou mostrar. “

Mostrar o desenho num cartão. (Os 10 ângulos devem de estar presentes e 2 deles estar intersectados para pontuar 1 ponto. Tremor ou erros)



Nota: _____

Pontuação total _____/30

Considera-se indivíduos com compromisso cognitivo: **0 a 2 anos < 22 pontos; 3-6 anos < 24 pontos; ≥ 7 anos < 27 pontos** (Morgado, J., Rocha, C., Maruta, C., (2009a, 2009b).

Anexo 2
Descrição dos parâmetros espaço-temporais estudados

Parâmetros espaço-temporais	Unidades de medida	Descrição
Velocidade da passada	m/s	Distância percorrida pelo corpo num dado intervalo de tempo
Comprimento da passada	m	Distância entre dois apoios sucessivos do mesmo pé. Consiste em dois comprimentos do passo, esquerdo e direito, cada qual é a distância com que o pé nomeado se move para a frente do pé contralateral
Largura da passada	m	Distância entre a linha dos dois pés, normalmente medida no ponto médio do calcanhar e por vezes abaixo do centro da articulação tibiotársica
Cadência	passos/min	Número de passos dados por minuto
Tempo de Apoio	s	Período de tempo em que apenas um pé está em contacto com o solo durante o ciclo da marcha. Inclui o apoio unilateral e bilateral
Tempo de Balanço	s	Período de tempo em que o pé não contacta com o solo durante o ciclo de marcha
Tempo de Duplo Apoio	s	Período de tempo em que ambos os pés estão em contacto com o solo durante o ciclo da marcha

Quadro 9 – Descrição dos parâmetros espaço-temporais estudados (Whittle, M., 2007).

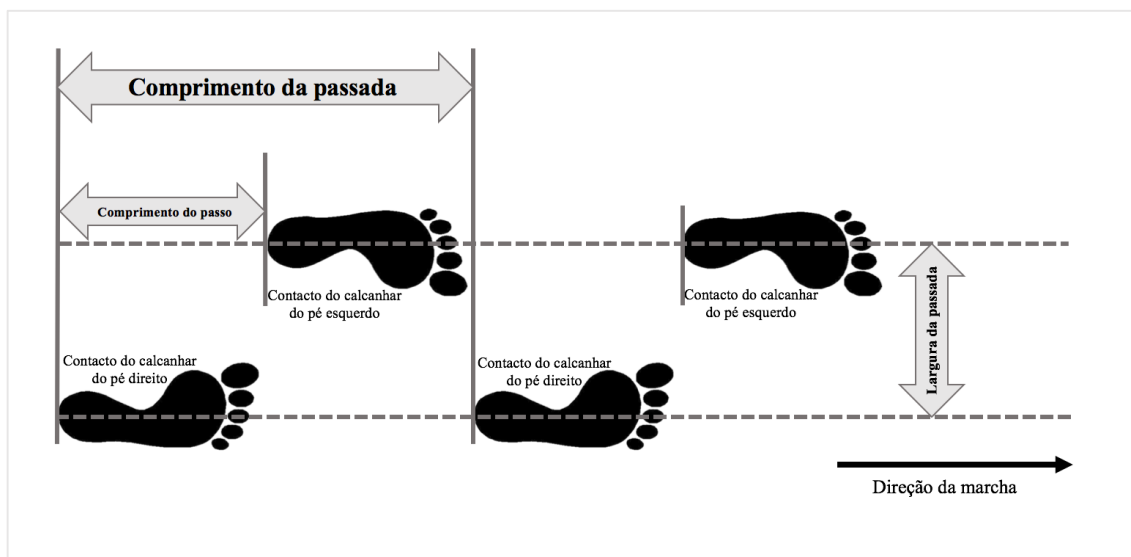


Figura 4 – Esquemática dos parâmetros espaciais da marcha (adaptado de Beauchet, O. & Berrut, G., 2006).